



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**EVALUACIÓN DEL PASTO MARALFALFA SOBRE EL GANADO BOVINO EN
EL CORREDOR SECO DE NICARAGUA.**

Para optar al título de Ingeniero Agrícola

Elaborado por:

Br. Heythel Francisco Madriz Bonilla

Br. Marvin Antonio Hernández Betanco

Tutor:

Ing. Luis Silverio López Duarte.

Managua, Febrero 2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación profesional primeramente a Dios a mis Padres José Francisco Madriz Mairena , Gabriela Del Socorro Bonilla Álvarez quienes me impulsaron a seguir adelante y alcanzar mis metas, a mi hermana Amalia Del Socorro Madriz Bonilla por todo el amor e inclinación brindado, por acompañarme en el sacrificio constante y por el apoyo en todos los aspectos.

Heythel Francisco Madriz Bonilla.

AGRADECIMIENTO

Gracias te doy Dios Padre, Dios de los pobres y de los ricos por permitirme finalizar mis estudios universitarios.

Agradezco a mi tutor Ing. Silverio López Duarte por haberme guiado y brindado todo su apoyo y sabiduría en el transcurso de este trabajo.

Agradezco al Ing. José Méndez Úbeda por su valiosa colaboración en lo referente al aporte de conocimientos profesionales para la realización de esta investigación.

A mis compañeros de la carrera de Ing. Agrícola Emmanuel Steven Alguera Ruiz, Carlos Eduardo Rivera Ocampo por su incondicional y desinteresado apoyo por el cual siempre estuvieron a mi disposición para trabajar conmigo durante la investigación.

Heythel Francisco Madriz Bonilla.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación profesional primeramente a Dios a mis Padre Marvin Antonio Hernández quien aunque ya no está físicamente siempre está en mi corazón a mi Madre Patricia Leonor Betanco Prado quienes me impulsaron a seguir adelante y alcanzar mis metas por todo el amor e inclinación brindado, por acompañarme en el sacrificio constante, por el apoyo en todos los aspectos y a mi esposa Jhagdaleth De los Ángeles Gutiérrez Núñez, quien siempre está dándome ánimos para seguir adelante sin importar las adversidades con todo su cariño y amor.

Marvin Antonio Hernández Betanco.

AGRADECIMIENTO

Gracias te doy Dios Padre, Dios de los pobres y de los ricos por permitirme finalizar mis estudios universitarios.

Agradezco a mi tutor Ing. Silverio López Duarte por haberme guiado y brindado todo su apoyo y sabiduría en el transcurso de este trabajo.

Agradezco al Ing. José Méndez Úbeda por su valiosa colaboración en lo referente al aporte de conocimientos profesionales para la realización de esta investigación.

A mis compañeros de la carrera de Ing. Agrícola Emmanuel Steven Alguera Ruiz, Carlos Eduardo Rivera Ocampo por su incondicional y desinteresado apoyo por el cual siempre estuvieron a mi disposición para trabajar conmigo durante la investigación.

Marvin Antonio Hernández Betanco

RESUMEN

El estudio titulado “EVALUACIÓN DEL PASTO MARALFALFA SOBRE EL GANADO BOVINO EN EL CORREDOR SECO DE NICARAGUA” se realizó en el municipio de San Francisco Libre cuya ubicación se encuentra en las coordenadas 12°30'N 86°18'W a unos 40 m.s.n.m. a 76 km al noreste de la Ciudad Capital. En la finca LA TORMENTA.

El objetivo del presente estudio fué evaluar el impacto del pasto Maralfalfa sobre la producción de leche y carne del ganado vacuno en San Francisco Libre para esto se utilizó un área de siembra de 400 mts² con 6 sujetos de prueba 3 de uso lechero y 3 para engorde a los cuales se les brindo 3 tipos de alimentación en 3 tipos de régimen de manera rotativa para lo cual se usó el diseño experimental llamado cuadrado latino, el cual consiste en una matriz de $n \times n$ elementos en la que cada casilla está ocupada por uno de los n símbolos, de tal modo que cada uno de ellos aparece exactamente una vez en cada columna y en cada fila.

Para conocer el contenido nutricional tanto de la leche y el pasto se les practicó un examen en laboratorio. El estudio demuestra que el pasto Maralfalfa nutricionalmente es un pasto adecuado para el ganado de doble propósito ya que cuenta con niveles de MS (21.74%), PC (14.99%), FND (74.63%) y para FAD (38.06%) los cuales son 50.79%, 23.94%, 8.48% mayores y un 18.32% menor respectivamente a los datos de referencia representados en la tabla No 7: Composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) específicamente sus 60 días de corte (Correa Cardona & Ceron, s. f)

Los resultados en cuanto a calidad de la leche arrojaron que luego de ser consumido el pasto en estudio las variables Humedad, Densidad, Grasa y Fosforo aumentaron en un 4.17%, 0.19%, 1.42% y 4.58% respectivamente, pero para la Proteína, Acidez y Calcio se vieron mermadas en 3.17%, 1.13% y 5.55%, sin que esto afecte la calidad de la leche.

En lo que respecta a la productividad de leche producida con la alimentación de pasto Maralfalfa en régimen estabulado, produjo en promedio 3.42 lts/día lo cual fue mayor en un 22.22% y 17.25% en relación a los regímenes semi-estabulado y tradicional, y para la ganancia de peso los resultados obtenidos demuestran que durante la alimentación con el pasto maralfalfa el promedio de Kg ganados era de 12.14 Kg/Semana, siendo este superior a lo registrado por las otra alimentaciones en los diferentes regímenes en 65,73% y 58.64%, los cuales corresponden al pastoreo libre y semi-estabulado con pasto natural, respectivamente.

Índice

I. Introducción	1
II. Justificación	2
III. Antecedentes	3
IV. Objetivos	4
4.1 General.....	4
4.2 Específicos.....	4
V. Marco Teórico	5
5.1. El pasto maralfalfa (Pennisetum sp).....	5
5.1.1. Características nutricionales	5
5.1.2. Características taxonómicas	6
5.1.3. Morfología del cultivo	7
5.1.4. Órganos reproductivos.....	8
5.1.5. Caracterización nutricional.....	10
5.2. El Suelo.....	11
5.2.1. Desarrollo del Suelo.....	11
5.2.2. Densidad del suelo	12
5.2.3. Aireación del suelo.....	12
5.3. Relación Agua – Suelo – Planta – Clima.....	13
5.3.1. Agua libre en el suelo	13
5.3.2. Evaporación del agua del suelo	14
5.3.3. Fenómenos de capilaridad.....	14
5.3.4. La capacidad de campo (CC) de un suelo	15
5.3.5. El punto de marchitamiento permanente (PMP)	16
5.3.6. Agua disponible	16
5.4. Necesidades nutricionales de los cultivos.....	16
5.4.1. Macronutrientes del suelo	17
5.4.2. Micronutrientes del suelo	18
5.4.3. Oligonutrientes del suelo	20
5.5. Ceba del ganado.....	20
5.5.1. Ceba en pastoreo extensivo	20
5.5.2. Ceba en pastoreo intensivo	21
5.5.3. Ceba en semi-estabulación.....	21
5.5.4. Ceba estabulado.....	22
5.6. El cuadrado latino como diseño experimental.....	22

5.6.1.	Ventajas del diseño de cuadrados latinos.....	23
5.6.2.	Desventajas del diseño de cuadrados latinos.....	23
5.7.	Calidad de La Leche.....	24
5.7.1	Características organolépticas.....	25
5.7.2	Características físico-químicas	25
5.7.3	Características Microbiológicas	27
5.7.4	Sales minerales en la leche	27
5.7.5	Influencia del manejo y alimentación del ganado en la composición de la leche.....	28
5.7.6	Componentes Químicos de la leche.	32
5.8.	Calidad del Pasto.....	34
5.8.1	Componentes Químicos del pasto.	38
5.9.	Promedio de Producción Lechera.....	39
5.10.	Promedio de Ganancia de Peso.....	41
VI.	Hipótesis	42
6.1.	Hipótesis de Investigación.....	42
6.2.	Hipótesis Alternativa 1.....	42
6.3.	Hipótesis Alternativa 2.....	42
6.4.	Hipótesis Nula.....	42
VII.	Diseño Metodológico	43
7.1.	Localización del sitio de estudio.....	43
7.1.1	Macro-Localización	43
7.1.2	Micro-Localización.	44
7.2.	Selección del sitio de estudio.....	45
7.3.	Toma de muestras de suelo y agua.....	45
7.4.	Establecimiento de pasto.....	45
7.5.	Manejo agronómico del cultivo.....	46
7.6.	Muestreo de campo y análisis en laboratorio.....	46
7.7.	Selección de ganado.....	47
7.8.	Ceba del ganado.....	47
7.9.	Determinación del peso diario del ganado de ceba.....	48
7.10.	Determinación de cantidad y calidad de leche.....	49
7.11.	Variables del estudio.....	50

7.12. Diseño experimental.....	51
7.13. Planteamiento del modelo.....	53
VIII. Análisis y Presentación de Resultados.....	57
8.1 Producción de leche(lts/día).....	57
8.2 Variación del peso (Kg).....	61
8.3 Análisis de las variables.....	65
8.4 Resultados de Análisis Bromatológico del pasto.....	74
8.5 Resultados de Análisis Químico de la Leche.....	75
8.6 Comprobación de la hipótesis.....	77
IX. Conclusiones.....	78
X. Recomendaciones	80
XI. Bibliografía	81
XII. Anexos.....	83

I. Introducción

En Nicaragua existen unos 4.2 millones de cabezas de ganado, el 65% de los cuales se encuentra en el corredor seco del país donde la falta de precipitaciones y de un pasto resistente a estas condiciones que posea altos valores nutricionales ha provocado afectaciones en el 35% de la ganadería nacional y que representa más de 1 millón de cabezas de ganado en estado de desnutrición por déficit de pasto (Somarriba, 2008).

Es un hecho conocido por los pequeños y medianos productores (PMP), que la época seca es la más crítica para el mantenimiento de su ganado y en este sentido la siembra del pasto Maralfalfa se ha identificado como una de las soluciones en la actualidad, por sus propiedades y características, entre las que se encuentran: 1) su alto rendimiento en volumen de forraje, 2) alto contenido de carbohidratos (azúcares) que lo hacen muy apetecible por los animales, sustituyendo a la melaza, bajando con ello los costos de producción y 3) alto nivel de proteínas, aumentando la productividad en el ganado lechero y de desarrollo.

En la actualidad la Maralfalfa es un pasto nuevo en Nicaragua, por lo que se hace muy difícil la obtención de semilla para reproducirla. El presente trabajo consiste en implementar un pasto de corte que proporcione los valores nutricionales que necesita el ganado y de esta forma contribuir en la solución de esta problemática que afecta al sector ganadero del país

II. Justificación

El cambio climático ha acentuado el problema de la sequía en el país, lo cual se manifiesta directamente en la producción pecuaria, dado que en general se trabaja con sistemas de bajo nivel de tecnificación, por lo cual el uso de pastos mejorados ayuda a combatir las deficiencias que esto conlleva.

Ante esto, la necesidad de llevar a cabo una investigación que nos permita analizar el desarrollo del pasto y el impacto que este tendrá en el ganado de doble propósito, con la que se podrá brindar un mejor análisis del pasto en el corredor seco de Nicaragua y de esta manera facilitarle a los productores información necesaria para el establecimiento, buen uso y manejo de pastos mejorados para obtener resultados positivos en cuanto a producción ganadera se refiere.

Se eligió el pasto Maralfalfa por su adaptabilidad al clima tropical del país debido a su procedencia y por su alto contenido de nutrientes lo cual lo hace el candidato perfecto para un experimento en el cual se espera obtener mejores resultados en cuanto a la producción de leche y carne.

III. Antecedentes

El pasto Maralfalfa es una variedad mejorada de origen Colombiano creado por el padre José Bernal Restrepo Sacerdote Jesuita, Biólogo Genetista nacido en Medellín el 27 de Noviembre de 1908, utilizando su sistema Químico Biológico (S.Q.B) llamado Heteroingerto Bernal (H.I.B). Es el resultado de cruces de los pastos Maravilla o Gramatara, la alfalfa Peruana (Medicago Sativa Linn) y el pasto brasilero (Phalaris Azudinacea Linn (Cruz, 2008), el cual conserva características de alta producción de proteínas y masa seca.

Según Cunahay & Choloquina (2011), el pasto maralfalfa tiene muy buenos aportes nutricionales en condiciones altitudinales, lo que muestra que tiene buena adaptabilidad, y constituye una alternativa viable de alimentación para la ganadería que en general se maneja con dieta de forraje, lo que puede contribuir a mejorar la rentabilidad de la producción ganadera en diferentes condiciones agroclimáticas.

Se realizó un experimento en la comarca El Papayal municipio de San Lorenzo, Departamento de Boaco en la finca La Virgen, cuyo objetivo principal era evaluar el pasto Maralfalfa como suplemento alimenticio para vacas criollas, para el cual los resultados obtenidos fueron favorables dado que la leche mostró buena calidad en lo que se refiere a sólidos lácteos y se observó un leve incremento en la producción de la misma (Gonzalez & Gomez, 2016).

IV. Objetivos

4.1 General

Evaluar el impacto del pasto Maralfalfa sobre la producción de leche y carne del ganado vacuno en San Francisco Libre.

4.2 Específicos

1. Determinar el aporte nutricional del pasto maralfalfa mediante pruebas de laboratorio a los 60 días de corte en el municipio de San Francisco Libre.
2. Analizar la influencia del pasto maralfalfa en la producción de carne y leche en el ganado vacuno utilizando como testigo pasto natural.
3. Calificar la calidad de la leche producida con alimentación con maralfalfa mediante comparación con la norma venezolana.

V. Marco Teórico

5.1. El pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp)

5.1.1. Características nutricionales

Según reportes, el pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) se puede catalogar como una variedad con una baja digestibilidad al presentar un contenido de proteína cruda bajo, a los 90 y 120 días y un contenido de fibra detergente neutra (FDN) alta a edades de corte desde el día 47 hasta el 120. (Correa & Ceron, s.f.)

También se puede destacar que el pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) tiene un comportamiento aceptable, bajo una fertilización orgánica, incrementando la producción de biomasa, el ancho y el largo de las hojas y los tallos, así como el área foliar. Estos factores, sin embargo, no modifican la composición química ni el valor energético de este pasto.

En general se puede concluir que el pasto Maralfalfa posee un valor nutritivo ligeramente superior al observado en la mayoría de los pastos tropicales. Los valores de digestibilidad y nitrógeno total, disminuyeron con la edad, mientras que valores de pared celular, lignina y carbohidratos de reserva incrementaron, lo cual no difiere de otros pastos tropicales actualmente utilizados en forma comercial. (Escudero & Hernandez, 2010)

5.1.2. Características taxonómicas

Las gramíneas pertenecen a la familia Poaceae, la más grande de las familias del reino Vegetal. Dicha familia está compuesta por 5 sub.-familias las cuales presentan un alto Grado de variabilidad, de manera que la asignación de un ejemplar a una determinada Sub.-familia se basa más en el número de caracteres compartidos con otros miembros de un grupo determinado, que en uno o en algunos caracteres claves.

En cualquier caso la Panicoideae es una de las sub.-familias dentro de la cual se encuentra la tribu Paniceae. Dentro de esta tribu, a su vez, se encuentra el género Pennisetum el cual agrupa a cerca de 80 especies. Muestras del pasto Maralfalfa (Pennisetum sp) obtenidas de la finca Guamurú, en San Pedro de los Milagros (Antioquia), fueron analizadas en el Herbario MEDEL de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, identificándolo tentativamente como Pennisetum violaceum.

Se advierte, sin embargo, que no existe total certeza sobre su identidad y que, ya sea que se trate de una especie silvestre o del híbrido mencionado anteriormente (P. americanum L. x P. purpureum Schum), su identificación correcta requerirá de estudios morfológicos y citogenéticos adicionales. La variabilidad del denominado pasto maralfalfa (Pennisetum sp) deja un nivel de incertidumbre que sólo se podría aclarar mediante un muestreo general en diferentes sitios que indique la variación geno y fenotípica de la especie (Ruiz, 2009).

Tabla No 1: Clasificación taxonómica del genero Pennisetum

Familia	Subfamilia	Tribus	Genero	Especie
Poaceae	Panicoideae	Paniceae	Pennisetum	Americanum Purpureum

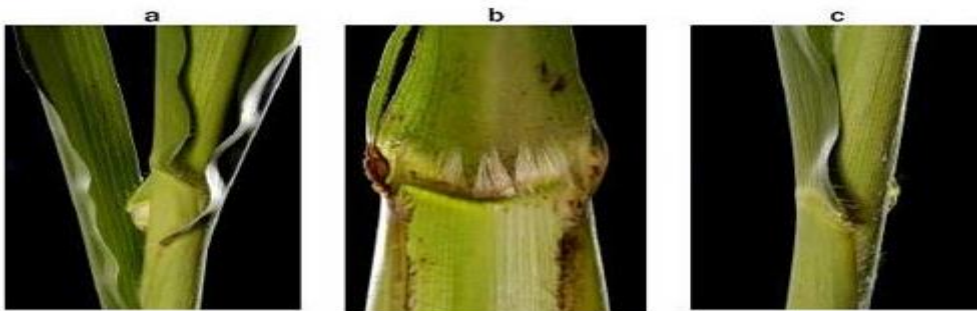
(Ruiz, 2009)

5.1.3. Morfología del cultivo

Las raíces del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) son fibrosas y forman raíces adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas. Estas cañas conforman el tallo superficial el cual está compuesto por entrenudos, delimitados entre sí, por nudos. Los entrenudos en la base del tallo son muy cortos, mientras que los de la parte superior del tallo son más largos. Los tallos no poseen vellosidades. Las ramificaciones se producen a partir de los nudos y surgen siempre a partir de una yema situada entre la vaina y la caña (Cruz, 2008).

La vaina de la hoja surge de un nudo de la caña cubriéndola de manera ceñida. Los bordes de la vaina están generalmente libres y se traslapan. Es muy común encontrar bordes pilosos, siendo esta una característica importante en su clasificación (Imagen 1a). La lígula, que corresponde al punto de encuentro de la vaina con el limbo, se presenta en corona de pelos (Imagen 1b). Mientras que la longitud y el ancho de las hojas pueden variar ampliamente dentro de una misma planta, la relación entre estas dos medidas parece ser un parámetro menos variable y muy útil al momento de clasificar las gramíneas (Häfliger & Scholz 1980). La presencia de pelos en el borde de las hojas, es otro elemento fundamental en la descripción de esta especie (Imagen 1c) (Cunuhay & Choloquinga, 2011)

Imagen No 1: Morfología de las hojas del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp)



Fuente: (Cunuhay & Choloquinga, 2011)

5.1.4. Órganos reproductivos

En general, lo que se considera como la flor de las gramíneas no es más que una inflorescencia parcial llamada espiga. De acuerdo con la ramificación del eje principal y la formación o no de pedicelos en las espigas, se pueden distinguir diversos tipos de inflorescencias siendo las más generales la espiga, la panícula y el racimo.

Las inflorescencias se presentan en forma de panícula (imagen 2) las cuales son muy características del género *Pennisetum* (Häfliger & Scholz 1980). En este tipo de inflorescencia, del eje principal surgen ramificaciones verticiladas o individuales que se siguen ramificando. Las panículas son contraídas y presentan ramas primarias reducidas a fascículos espinosos, con una o más espigas terminadas en espinas. Se da una desarticulación en la base de los fascículos, y estos forman espinas con bases transversales espinosas, y barbas punzantes hacia afuera y hacia arriba (Häfliger & Scholz, 1980).

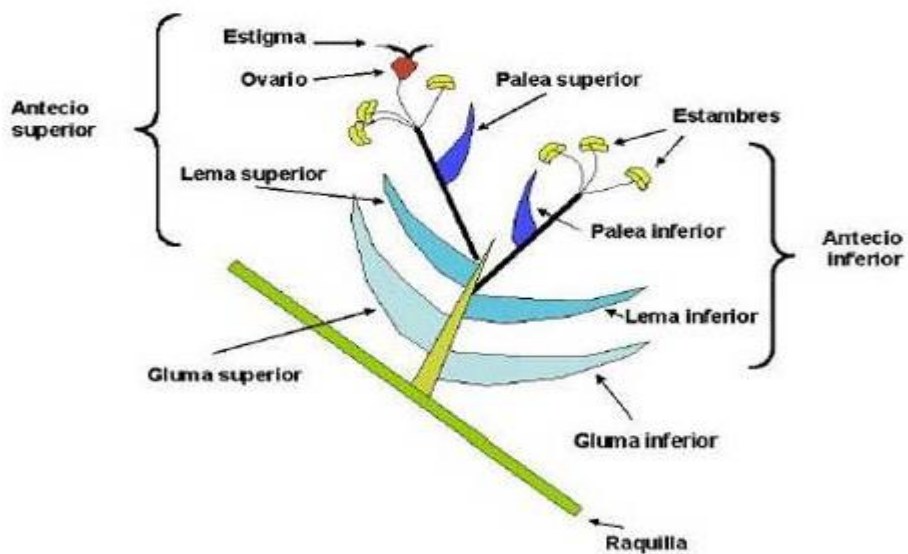
Las espiguillas en el pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) es típica del género *Pennisetum*, esto es, presenta seis brácteas: dos glumas, dos lemas y dos paleas (imagen 3). Sin embargo, hace falta adelantar una descripción más detallada de las mismas. Algunas claves para su clasificación a partir de las estructuras que se pudieran hallar, son las siguientes: las flores bajas pueden estériles y vigorosas o sin estambres, las flores superiores pueden ser fértiles, con un tamaño entre la mitad o igual al de las flores inferiores; las primeras glumas pueden estar fusionadas con callos, sin rodear la base de la espiga y sin aristas; la lema de la parte superior es suave, sin arista, de color café a amarillo o púrpura, glabrosa, con márgenes redondeadas o planas, sin aristas; la palea de las flores superiores están presentes. Poseen tres estambres; y las anteras son oscuras o grises (Dawson y Hatch, 2002).

Imagen No 2: Inflorescencia del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp)



Fuente: (Correa & Ceron , s.f)

Imagen No 3: Esquema de las espiguillas del pasto maralfalfa (*Pennisetum* p)



Fuente: (Correa & Ceron s.f)

5.1.5. Caracterización nutricional

De acuerdo con diversos estudios realizados, estos son los resultados de los contenidos nutricionales del pasto Maralfalfa según la Universidad Central del Ecuador.

Tabla No 2: contenido nutricional pasto Maralfalfa

Humedad	79.33%
Cenizas	13.5%
Fibra	53.33%
Grasa	21%
Carbohidratos Solubles	12.2%
Proteínas Crudas	16.25%
Calcio	0.8%
Magnesio	0.29%
Fosforo	0.33%
Potasio	3.38%
Proteínas Digestibles	7.43%
Total Nitrógeno Digestible	63.53%

FUENTE: Laboratorio de Nutrición animal UCE/FCA. 2006

En estas condiciones puede reemplazar el mejor concentrado del mercado. En ensilaje la digestibilidad se incrementa a toda la celulosa. Se puede suministrar fresco, seco o ensilado.

USO: para el ganado de leche se puede dar fresco, pero es preferible dejarlo secar por dos o tres días antes de picarlo. Para el ganado de engorde se recomienda darlo seco, fresco o ensilado (Cruz, 2008).

5.2. El Suelo

El suelo es la capa más superficial de la corteza terrestre. Es un ente natural y complejo que está formado por los productos de alteración de las rocas y por los restos orgánicos de los seres vivos. El suelo se puede definir también como el complejo dinámico resultante de la interacción entre la atmósfera, la litosfera y la biosfera.

5.2.1. Desarrollo del Suelo

Las etapas principales del desarrollo de un suelo son:

- La meteorización de la roca madre, que se disgrega y da lugar a los componentes minerales del suelo.
- El establecimiento de los seres vivos sobre los materiales resultantes en la etapa anterior. La actividad de los seres vivos origina sustancias que continúan alterando los componentes minerales. Los restos de los seres animales y vegetales (cadáveres, hojarasca, excrementos, etc.) dan lugar a la parte orgánica del suelo.

El suelo está formado por componentes inorgánicos y por componentes orgánicos:

- Los componentes inorgánicos pueden ser sólidos (cantos, gravas, arenas, limos y arcillas), líquidos (agua y disolución de sales en agua) y gaseosos (aire contenido en los poros).
- Los componentes orgánicos son los seres vivos microscópicos (bacterias, hongos, etc.), las raíces de las plantas superiores y el humus o mantillo. El mantillo es el conjunto de sustancias resultantes de la actividad de los microorganismos sobre la hojarasca, los excrementos, los cadáveres de los animales, etc. (De La Fuente, 2010)

5.2.2. Densidad del suelo

El suelo como todo cuerpo poroso tiene dos densidades. La densidad real y la densidad aparente, la densidad real es la densidad media de sus partículas sólidas y en la densidad aparente se toma en cuenta el volumen de poros.

La densidad aparente es una magnitud aplicada en materiales porosos como el suelo, los cuales forman cuerpos heterogéneos con intersticios de aire u otra sustancia normalmente más ligera, de forma que la densidad total del cuerpo es menor que la densidad del material poroso si se compactase.

Se suele utilizar como medida de la estructura del suelo. Una densidad baja, generalmente, equivale a más porosidad y mayores agregados del suelo. Un suelo de bosque saludable tendrá una densidad baja, lo que corresponde a mayor estabilidad, menos compactación y, probablemente, mayor contenido de humedad que un suelo con una densidad mayor.

5.2.3. Aireación del suelo

La aireación del suelo se refiere al abastecimiento de oxígeno para el buen desarrollo de los microorganismos y de las raíces de las plantas que posee el suelo. En otras palabras, es el cambio que se produce entre los gases del suelo y los gases de la atmósfera.

Los efectos de la aireación en el suelo son muy variados, pero al final todos redundan en el crecimiento y sobrevivencia de los árboles y las plantas en general, la mayoría de las cuales requiere de suelos bien aireados. Sin embargo, las plantas vasculares muestran un amplio rango de tolerancia ante la falta de O_2 o el exceso de CO_2 .

Las raíces y los organismos necesitan respirar para crecer y cumplir sus diferentes funciones, por consiguiente deben tener suficiente cantidad de O_2 en el suelo, situación que no es tan normal en la atmósfera del suelo como lo es en la atmósfera terrestre (araucarias.blogspot.com, 2005).

5.3. Relación Agua – Suelo – Planta – Clima

El agua fluye energéticamente hacia abajo, esto es, de donde el potencial hídrico es mayor a donde es menor. Los gradientes de los potenciales químico o hídrico constituyen las fuerzas impulsoras para el transporte del agua. Cinco factores son los que con más frecuencia producen gradientes de potencial químico o hídrico en el continuo suelo - planta - atmósfera. Estos son: Concentración o actividad química del suelo, Temperatura, Presión, Efectos de los solutos sobre el potencial químico del solvente y la Matriz, otros aspectos que tienen que ver con este mismo asunto, son el efecto que tienen los solutos sobre el potencial químico del solvente, la densidad de vapor y la presión de vapor, la velocidad de difusión y por último la humedad relativa (Regulo, s.f).

5.3.1. Agua libre en el suelo

Es la fracción de agua que se encuentra alojada en los poros de mayor tamaño del suelo sin ninguna fuerza molecular que le impida moverse libremente (de ahí lo de libre). La fuerza de la gravedad es la que hace desplazarse esta agua hacia capas más profundas del suelo relativamente rápido. El ejemplo más extremo es pensar en la arena de playa. Los huecos entre partículas arenosas, son muy grandes. El agua percolará rápidamente por efecto de la gravedad. Esta agua se pierde rápidamente por el drenaje del suelo. La deducción directa es que esta agua no estará disponible para las plantas.

5.3.2. Evaporación del agua del suelo

La evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporización) y se retira de la superficie evaporante (remoción de vapor). El agua se evapora de una variedad de superficies, tales como lagos, ríos, caminos, suelos y la vegetación mojada. Para cambiar el estado de las moléculas del agua de líquido a vapor se requiere energía. La radiación solar directa y, en menor grado, la temperatura ambiente del aire, proporcionan esta energía.

La fuerza impulsora para retirar el vapor de agua de una superficie evaporante es la diferencia entre la presión del vapor de agua en la superficie evaporante y la presión de vapor de agua de la atmósfera circundante. A medida que ocurre la evaporación, el aire circundante se satura gradualmente y el proceso se vuelve cada vez más lento hasta detenerse completamente si el aire mojado circundante no se transfiere a la atmósfera o en otras palabras no se retira de alrededor de la hoja. El reemplazo del aire saturado por un aire más seco depende grandemente de la velocidad del viento. Por lo tanto, la radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento son parámetros climatológicos a considerar al evaluar el proceso de la evaporación (Allen, 2006).

5.3.3. Fenómenos de capilaridad

Más de una vez hemos oído hablar de la tensión superficial del agua. Cuando vemos un *Gerris lacustris* (comúnmente llamado zapatero) caminar sobre el agua, estamos ante un fenómeno de tensión superficial. Es decir, la fuerza que ejerce el insecto sobre el agua, no supera a las fuerzas de unión de su tensión superficial. Esta misma tensión superficial existe en el agua del suelo y provoca movimientos por capilaridad en el suelo. Para esto, la estructura del suelo debe ser muy distinta a la de un suelo arenoso. Los poros o espacios entre partículas deben ser mucho más pequeños (microporos) que en un suelo arenoso (macroporos) y esto permite que las fuerzas de tensión superficial retengan ese agua. Desde el punto de vista

nutricional, esta es la fracción de agua del suelo que nos interesa. La mayor parte del agua capilar es la que las plantas pueden absorber sin dificultad. Estas fuerzas de unión no son muy intensas y las raíces pueden vencerlas para absorberla.

Por otro lado tenemos el agua que forma parte de la materia orgánica alojada en el suelo. Los compuestos orgánicos tienen agua en su constitución molecular, salvo que esta tampoco está disponible. Lo mismo ocurre con el agua adherida a las partículas del suelo. Su unión es tan fuerte que tampoco estará disponible. Estas dos fracciones de agua del suelo no tienen prácticamente importancia. Primero porque son fracciones muy pequeñas, y segundo, porque no están disponibles para la planta (Regulo, s.f).

La capacidad de retención de agua de un suelo, corresponde en su mayor parte al agua capilar. Y de esta, una buena parte estará disponible para las plantas. Ya tenemos nuestra definición de humedad del suelo, desde el punto de vista de interés agronómico. Y de aquí, se deducen dos términos muy utilizados en el mundo agronómico que nos indican el intervalo para el cual la planta se encuentra con niveles adecuados de humedad o agua disponible. Este intervalo es el que nos determinará en gran medida, los intervalos y las frecuencias de riego.

5.3.4. La capacidad de campo (CC) de un suelo

Representa la cantidad máxima de agua que puede ser retenida en un suelo en contra de la fuerza de la gravedad, después de un riego o lluvia que ha humedecido todo el suelo. En este punto el drenaje interno es insignificante. Al igual que el punto de saturación, también se ve afectado por el tipo y contenido de arcillas y materia orgánica. En términos de tensión, el valor de capacidad de campo se obtiene, generalmente, cuando se aplica al suelo una tensión de $1/3$ de atmósfera (-33 KPa), utilizando el procedimiento de las membranas de presión.

5.3.5. El punto de marchitamiento permanente (PMP)

Se define como la cantidad de agua del suelo en el que las hojas de las plantas que en él crecen se marchitan y no son capaces de recuperarse cuando se colocan en una atmósfera casi saturada de agua durante una noche. En la práctica, se utiliza este concepto para indicar el límite inferior del intervalo de agua disponible en el suelo. El valor de este parámetro se puede obtener aplicando al suelo una tensión de -1500 KPa.

5.3.6. Agua disponible

La cantidad de agua fácilmente accesible o humedad aprovechable es el agua retenida en un suelo entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento permanente. La CC representa el límite superior o 100% de disponibilidad de la humedad del suelo. El PMP es el límite inferior de esta disponibilidad o 0%. Los suelos de textura fina tienen límites más amplios de agua disponible que los suelos de textura gruesa (Salgado, 2001).

5.4. Necesidades nutricionales de los cultivos

Las plantas son organismos capaces de producir sus propios alimentos a partir de los componentes del suelo, los cuales son extraídos en estado de solución y procesados con la energía procedente de la luz solar, a través del proceso de fotosíntesis (García, 2011).

Los nutrientes del suelo pueden ser clasificados en tres grandes grupos, en función de las cantidades que las plantas demandan de ellos, es así como 5 nutrientes que son los de mayor demanda sean clasificados como macronutrientes, los de menor demanda se clasifican como micronutrientes, y otros, que las plantas los necesitan en trazas muy pequeñas se conocen como oligonutrientes.

5.4.1. Macronutrientes del suelo

Los elementos con mayor demanda son el N, P, K, Mg y Ca, los cuales se conocen como macronutrientes, por ser requeridos en grandes cantidades y regular las funciones básicas de las plantas, tales como el desarrollo, la formación de frutos y el llenado de los mismos.

➤ Nitrógeno

Funciones en formación de clorofila, formación de clorofila, aminoácidos, proteínas y vitaminas, Esencial para lograr altos rendimientos, Frecuentemente deficiente y limitante en los sistemas de producción.

➤ Calcio

Constituyente de paredes y membranas celulares (estructura y estabilidad), regulador de enzimas y es esencial para la elongación y división celular.

Deficiencias: Rotura de membranas, falta de desarrollo de yemas terminales y apicales
Magnesio en la nutrición vegetal
Magnesio en la nutrición vegetal
Constituyente de la clorofila y de ribosomas (síntesis proteica).

➤ Magnesio

En la nutrición vegetal
Constituyente de la clorofila y de ribosomas (síntesis proteica), está asociado a reacciones de transferencia de energía (ATP y enzimas)

Deficiencias: Clorosis internerval en hojas jóvenes. Baja concentración de Mg en forrajes causa hipomagnesemia, en especial en gramíneas (competición con K y NH_4)

➤ Potasio

Es un nutriente esencial para las plantas y es requerido en grandes cantidades para el crecimiento y la reproducción de las plantas. Actúa a nivel del proceso de la fotosíntesis, síntesis de proteínas, activación de enzimas clave para varias funciones bioquímicas, mejora la nodulación de las leguminosas.

Deficiencias: Crecimiento de hojas jóvenes si inhibe y estas tienen a menudo láminas foliares pequeñas. Puede presentarse clorosis en parches o manchas.

➤ Fosforo

Los forrajes enriquecidos con fosforo son más nutritivos, aumentan la riqueza en almidón, azúcares y féculas dando frutos y semillas de mejor calidad.

Deficiencia: Reducción en el crecimiento y número de hojas así como también en la raíz produciendo menos masa radicular para explorar el suelo por agua y nutrientes.

5.4.2. Micronutrientes del suelo

Los micronutrientes del suelo son un total de xx, los cuales principalmente cumplen funciones de catalizadores y reguladores de las funciones biológicas de las plantas, entre los cuales se encuentran:

➤ Boro

Metabolismo y transporte de carbohidratos; síntesis de pared celular y lignificación; integridad de membranas; alargamiento de raíz; síntesis de ADN; formación de polen y polinización.

➤ Cloro

Fotosíntesis; compensación de cargas y osmoregulación; actividad enzimática.

➤ Cobre

Constituyente de numerosas enzimas con roles en fotosíntesis, respiración, metabolismo de carbohidratos y proteínas, lignificación y formación de polen.

➤ Hierro

Constituyente de citocromos y metaloenzimas; roles en fotosíntesis, fijación simbiótica de N, metabolismo de N y reacciones redox.

➤ Manganeso

Fotólisis de agua en cloroplastos; regulación de actividad enzimática; protección contra daño oxidativo de membranas.

➤ Molibdeno

Fijación simbiótica de N; constituyente de enzimas.

➤ Níquel

Constituyente de enzima ureasa; rol en asimilación de N.

➤ Zinc

Constituyente de numerosas enzimas con roles en síntesis de carbohidratos y proteínas; mantenimiento de integridad de membranas; regulación de síntesis de auxinas y de formación de polen (García, 2011).

5.4.3. Oligonutrientes del suelo

Los suelos normalmente reciben sus oligoelementos principalmente de las rocas mediante los procesos de meteorización de sus minerales constituyentes. Los productos de la descomposición de las plantas y animales, así como de las aguas naturales, los materiales de la atmosfera, fertilizantes, agroquímicos, son recursos secundarios.

5.5. Ceba del ganado

Esta se refiere a la alimentación en gran cantidad o abundancia con la finalidad de engordar el ganado, en especial cuando este es destinado para la alimentación o el trabajo humano.

Existen varias formas de cebar los animales, las diferencias que hay entre una y otra son generalmente cuestiones de manejo de praderas, de suministro de suplementos y forrajes alimenticios, siendo las más utilizadas las siguientes cuatro:

- a) Ceba en pastoreo extensivo
- b) Ceba en pastoreo intensivo
- c) Ceba en semi-estabulación
- d) Ceba en estabulación

5.5.1. Ceba en pastoreo extensivo

Es aquella en la cual se engordan los animales alimentándolos en grandes potreros sin tener en cuenta el tiempo de permanencia de los animales en dichos potreros, ni la edad, ni el manejo de las praderas.

En este sistema de ceba, los animales están totalmente libres, pastando durante todo el periodo que dure la ceba. En el ganado vacuno, la ganancia de peso bajo este sistema de ceba son muy variables y dependen de la cantidad de pasto

disponible durante el periodo de pastoreo y del valor nutritivo del pasto. Los aumentos de peso suelen ser muy rápidos en la época de crecimiento del pasto y se reducen cuando éste empieza a escasear.

5.5.2. Ceba en pastoreo intensivo

La variabilidad de peso con el pastoreo extensivo ha llevado al ganadero moderno a optar por técnicas de mejor de sus praderas y animales, para lo cual ha debido modificar su tradicional forma de cebar, con un manejo y uso eficiente. Entre estas prácticas se pueden mencionar (banrepcultural, S.F):

- a) Realizar divisiones de los potreros (o praderas), de tal forma que se le pueda programar un tiempo de ocupación y un tiempo de recuperación.
- b) Incluir leguminosas y gramíneas en las praderas para mejorar la calidad nutricional de los animales. En general la proporción de la leguminosa para clima frío es de 15-25% en la pradera y para el clima cálido puede ser hasta del 50% .
- c) Uso de fertilización para compensar la extracción de nutrientes en el suelo, la cual dependerá de la clase de suelo, la clase de pasto, la época del año y otras.

5.5.3. Ceba en semi-estabulación

El sistema semi-estabulado es una combinación de los dos anteriores, es decir, se combinan tanto el suministro de pasto y forrajes con suplementos alimenticios con el pastoreo libre, además se usa cierta maquinaria e infraestructura necesaria.

Los animales permanecen en el establo o corral la mayor parte del tiempo, donde se les suministra el pasto picado que puede ser fortificado con sal mineralizada y otros complementos, así como agua a voluntad. Luego los animales van a las praderas donde pastan libremente, antes de regresar al establo nuevamente.

5.5.4. Ceba estabulado

Es aquella en la cual el ganado es confinado para su debido engorde en infraestructuras que presten las condiciones adecuadas para dicho hacinamiento, mientras las praderas son utilizadas para el establecimiento de praderas para corte. Con este sistema se controla la totalidad de los aspectos de la alimentación, es decir, la cantidad de minerales, proteínas y agua que se requieren en la proyección de ceba del ganado (banrepcultural,S.F).

5.6. El cuadrado latino como diseño experimental

Un diseño experimental es una herramienta estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés.

Un cuadrado latino es una matriz de $n \times n$ elementos en la que cada casilla está ocupada por uno de los n símbolos de tal modo que cada uno de ellos aparece exactamente una vez en cada columna y en cada fila.

El diseño de cuadrados latinos tuvo sus orígenes en experimentos agrícolas, donde se tenían parcelas de terreno con gradientes de fertilidad en dos direcciones (Echavarria Sanchez).

Podemos decir que un diseño en cuadrado latino tiene las siguientes características:

- 1º) Se controlan tres fuentes de variabilidad, un factor principal y dos factores de bloque.
- 2º) Cada uno de los factores tiene el mismo número de niveles, K .
- 3º) Cada nivel del factor principal aparece una vez en cada fila y una vez en cada columna.
- 4º) No hay interacción entre los factores.

5.6.1. Ventajas del diseño de cuadrados latinos

- ✓ Si se conocen dos fuentes de variabilidad de las unidades experimentales y se puede hacer un “bloqueo” en dos direcciones, se va a poder hacer una comparación más precisa de los tratamientos (se tiene más potencia) pues la variación debida a las filas y las columnas es removida del error experimental.
- ✓ Es fácil de analizar, comparado con el diseño de bloques al azar, sólo se requiere de una suma de cuadrados adicional.
- ✓ Cuando se tienen cuadrados pequeños (lo que implica pocos grados de libertad para el error experimental) se pueden utilizar varios de estos cuadrados de poco tamaño y realizar un análisis combinado de los mismos en algo que se llama cuadrados latinos repetidos.

5.6.2. Desventajas del diseño de cuadrados latinos

- ✓ El número de tratamientos, filas y columnas debe ser igual, a veces es difícil encontrar unidades experimentales que permitan armar los bloques homogéneos en las dos direcciones, más aún, si el número de tratamientos es grande.
- ✓ Los diseños pequeños tienen pocos grados de libertad para la estimación del error experimental y a medida que el tamaño del diseño aumenta, es posible que no se tenga homogeneidad al interior de cada bloque.
- ✓ No es un diseño adecuado si existe interacción entre los efectos de fila, columna y tratamientos (Echavarria Sanchez).

5.7. Calidad de La Leche.

La calidad de la leche, como de cualquier otro producto o insumo, se refiere al grado en que cumpla con los requisitos establecidos en las diferentes Normas y Reglamentos vigentes en Venezuela, específicamente, la Norma Covenin 903-93 para leche cruda y resolución sobre leche y sus derivados (MSDS 1959).

Los requisitos para la leche lo conforman tres aspectos bien definidos: características organolépticas, físico-químicas, y microbiológicas, reseñadas en las normativas mencionadas (Vargas, s.f).

El producto para poder ser procesado debe ajustarse a todo lo indicado en la norma 903-93:

- En su definición “Se entiende por leche el producto integro normal y fresco obtenido del ordeño higiénico e ininterrumpido de vacas sanas”
- En sus Requisitos generales: “debe estar limpia, libre de calostro y de materias extrañas a su naturaleza”,
- En sus requisitos organolépticos: “La leche deberá presentar olor, color, sabor y aspecto característico del producto.”

Esta definición es una adaptación de la definición internacional de leche que dice: "el producto íntegro, no alterado ni adulterado y sin calostros, del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de vacas sanas y bien alimentadas", hecha en 1908 en Ginebra, en el I Congreso Internacional para la Represión de Fraudes en los Alimentos e incluye tres aspectos:

Producto íntegro: Se entiende como tal aquel que comprende el inicio de la secreción láctea, la mayor parte de ella y su final, que descende de los conductos galactóforos como consecuencia de la secreción de oxitocina.

No alterado ni adulterado y sin calostros. Aunque el contenido de grasa, proteína y carga microbiológica puedan variar, se considerará leche la secreción mamaria después de las primeras cuarenta y ocho horas de emisión de los calostros.

Ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de vacas sanas y bien alimentadas. Se establece un período de ordeño diario de 305 días (Vargas, s.f).

5.7.1 Características organolépticas

La leche es un compuesto líquido, opaco, de color blanco marfil y con el doble de viscosidad que el agua. Esa coloración se torna ligeramente azulada cuando se añade agua o se elimina la grasa. Es, precisamente, este componente, la porción lipídica, el que da aspecto amarillento a la superficie cuando la leche se deja un tiempo en reposo; los causantes son los pigmentos carotenoides que hay en los pastos con que se alimenta a los animales. El sabor de la leche es delicado, suave, ligeramente azucarado; su olor tampoco es muy intenso, aunque sí característico. La grasa que contiene presenta una acusada tendencia a captar los olores fuertes o extraños procedentes del ambiente (Vargas, s.f).

5.7.2 Características físico-químicas

La leche tiene una estructura física compleja con tres estados de agregación de la materia:

- Emulsión, en la que se encuentran, principalmente, las grasas.
- Disolución coloidal de parte de las proteínas.
- Disolución verdadera del resto de las proteínas, la lactosa y parte de los minerales.

Por tanto, podemos definir la leche como una suspensión coloidal de partículas en un medio acuoso dispersante. Las partículas son de dos tipos: unas tienen forma globular, de 1,5 al 0 micras de diámetro y están constituidas por lípidos; las otras son más pequeñas, de 0,1 micras de diámetro y corresponden a micelas proteicas que llevan adosadas sales minerales. Al dejarla en reposo o al someterla a una centrifugación ligera, se puede separar una fracción grasa, la crema, más o menos amarillenta. Si tras el reposo, se hierve, se favorece la aglutinación de la grasa, y se forma una película semisólida en la superficie, la nata. En el caso de

que se coagulen las proteínas, se obtendrá una masa friable más o menos blanquecina, la cuajada, y un resto líquido más o menos turbio que corresponde a la fracción hidrosoluble con la lactosa disuelta, el suero (Vargas, s.f).

Las principales características físico-químicas de la leche son:

- Densidad a 15°C.....1,027-1,040
- pH.....6,5-6,7
- Calor específico.....0,93
- Punto de congelación.....-0,55°C

Tabla No 3: Requisitos físico-químicos de la leche en la Norma Venezolana 903-93

Humedad %	85-90
Acidez Titulable (Mg KOH/g)	0.16-0.17
Densidad Relativa a 15°C g/ml a 20°C g/ml	1,0280 - 1,0330
Punto Crioscópico °H	-0,545 -0,535
Grasa (%) (p/v)	No menos de 3,2
Proteínas (-%) (p/v)	Mín 3
Cloruros (%) (p/v)	0,07 - 0,11
Sólidos Totales(%) (p/v)	12 mín.
Sólidos No Grasos (%) (p/v)	8,8 mín.
Mastitis	Negativa
Agentes Neutralizantes	21-29 ml de HCl 0,1 N para llevar 25 ml de muestra a pH 2,7
Sustancias Conservadoras	Negativa
Reacción de Estabilidad Proteica	Negativa

Fuente: (Vargas, s.f)

5.7.3 Características Microbiológicas

Tienen que ver con la calidad higiénica de la leche, que ha sido el problema constante a través del tiempo, se han determinado parámetros de clasificación y pagos de incentivos, con la finalidad de mejorar día a día esa condición del producto, que se relaciona directamente con la vida útil del alimento y con su inocuidad.

5.7.4 Sales minerales en la leche

El contenido en sales de la leche no llega al 1% de su composición total, pero aun así es de gran importancia. Las sales en la leche se encuentran disueltas o formando compuestos con la caseína. Las más numerosas son el calcio, potasio, sodio y magnesio que suelen encontrarse en sus formas de fosfato calcio, cloruro sódico, caseinato cálcico.

El calcio se encuentra en dos formas en la leche. El 30% aproximadamente en solución y el restante 70% en forma coloidal. El fosfato cálcico parte del complejo caseínico producido en la coagulación de la leche, al fabricar queso contribuyendo al aumento del tamaño de las micelas de caseína. Por ello, la adición de cloruro cálcico a la leche favorece la coagulación de la caseína que así forma micelas mayores.

Tabla No 4: composición en sales minerales de la leche de vaca.

Sales minerales	Leche de Vaca
Calcio	1200-1400 Mg/L
Fosforo	780-1000 Mg/L

Fuente: (Molina, 2013)

5.7.5 Influencia del manejo y alimentación del ganado en la composición de la leche

Existe una relativa uniformidad en la composición de la leche, cuando se compara una vaca de la misma raza sometida a dieta semejante. Sin embargo, los valores medios varían considerablemente entre vacas de diferentes razas (De los Reyes, Molina, & Coca, 2010).

Tabla No 5: composición de la leche (%) de diferentes razas de bovinos lecheros

RAZA	GRASA	PROTEÍNA	LACTOSA	SNG*	ST**
Ayrshire	4.00	3.53	4.67	8.90	12.90
Guernsey	4.95	3.91	4.93	9.40	14.61
Holstein F.	3.40	3.32	4.87	8.86	12.26
Jersey	5.37	3.92	4.93	9.4	14.91
Suizo Pardo	4.01	3.61	5.07	9.40	12.41

*Solidos No Grasos **Solidos Totales

Fuente: (De los Reyes, Molina, & Coca, 2010)

Las características más importantes de la leche son su variabilidad, alterabilidad y complejidad. En cuanto a la variabilidad, desde el punto de vista composicional, no es posible hablar de una leche sino de leches debido a las diferencias naturales entre especies o para una misma especie según la región o lugar de origen. Los factores que influyen en la variabilidad son de tipo ambiental, fisiológico y genético. Dentro de los ambientales se reconoce a la alimentación, época del año y temperatura ambiente. En los fisiológicos encontramos el ciclo de lactancia, las enfermedades como la mastitis y los hábitos de ordeño.

En cuanto a los factores genéticos citaremos la raza, las características individuales dentro de una misma raza y la selección genética. Respecto a la alterabilidad y por su composición, la leche es un adecuado medio para el desarrollo de microorganismos que provocan cambios en sus componentes. Con relación a la complejidad, ésta se debe a las moléculas que se encuentran en equilibrio químico, como por ejemplo el fosfocaseinato de calcio o el sistema del glóbulo graso.

El componente de la leche que presenta mayor variabilidad es la grasa. También, esta variación puede ser observada entre vacas de la misma raza que reciben distinta alimentación. En este particular, el factor que más interfiere en el porcentaje de grasa en la leche es la concentración de la fibra en la dieta o la relación forraje/concentrado. Así, cuanto mayor es la concentración de fibra, mayor es la de la grasa en la leche debido, a la proporción de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen en función de la diferencia de dietas (De los Reyes, Molina, & Coca, 2010).

El porcentaje de SNG decrece progresivamente con la edad del animal. Así, dentro de un ciclo de lactación, los SNG, presenta una variación inversa a la curva de producción de leche, o sea, durante el primer mes los SNG es alto, disminuyendo al segundo mes cuando existe el pico de producción de leche y vuelve a aumentar al final de la lactación, a medida que la producción disminuye.

Las enfermedades que ocurren en las vacas sobre todo la mastitis, puede causar alteración significativa en la composición de la leche. Los animales con mastitis clínica o subclínica, presentan disminución porcentual de grasa y SNG así como, reducción en los niveles de lactosa y en algunos casos de proteína.

En lo que concierne a los aspectos físico-químicos de la leche, la acidez constituye el parámetro de mayor variabilidad entre los animales de una misma raza. La leche normal presenta una variación de pH de entre 6.6 a 6.8, lo que corresponde a 16-18° en la escala Dornic (°D). La prueba de Dornic es el más utilizado para determinar la acidez, pues lo mismo detecta aumento de la concentración de ácido láctico debido a la fermentación de los azúcares de la leche, relacionándose con la calidad microbiológica del producto. Sin embargo, otros componentes que producen acidez, pueden interferir en este parámetro entre los cuales se destacan los citratos, fosfatos y proteínas.

Es por esta razón, que el análisis de la leche recién ordeñada de diferentes vacas, presentan resultados individuales, variando entre 10-30°D, debido a la presencia de estos componentes y no del ácido láctico. La leche recién ordeñada de vacas Jersey presenta en forma general, mayor acidez que las holandesas, debido a la concentración más elevada de proteína.

Considerando lo mencionado anteriormente, sería importante definir criterios y patrones específicos para el valor de la acidez para una región y raza del animal y solamente, el análisis de rutina en la leche es capaz de determinar los valores reales y adecuados para cada productor o centro de acopio.

Es importante mencionar que la leche descartada basándose en este criterio, sin considerar los análisis microbiológicos (conteo total bacteriano CTB y prueba de la reductasa), puede llevar a descartes injustos de leche, una vez que, un valor de acidez levemente aumentado, puede ser debido tanto a la contaminación bacteriana o al nivel de proteínas en la leche (De los Reyes, Molina, & Coca, 2010).

El índice crioscópico (IC) corresponde a la temperatura de congelamiento de la leche, cuyo valor varía normalmente entre -0.553 y 0.551°C , esto se debe a la presencia de componentes lácteos solubles en agua, principalmente los minerales y la lactosa. Así mismo, los componentes insolubles de la leche como la proteína y la grasa no interfieren en el valor de IC. De este modo, las alteraciones encontradas en este índice, revelan generalmente adición de agua en la leche y no está relacionada a la retirada de grasa o variaciones en la alimentación de los animales.

La densidad normal de la leche se encuentra entre 1.027 a 1.033. Este valor ocurre por la presencia de los varios componentes de la leche diluidos o no, en el agua que constituye la leche, los cuales presentan densidades variables. De esto, la grasa es la única sustancia que presenta densidad casi igual al del agua (esta es la razón por lo que la grasa sube cuando la leche es almacenada en las perolas o tanque de enfriamiento).

Los demás componentes de la leche están arriba de 1, lo que indica que valores debajo de este nivel puede significar adición de agua, o sea, dilución de la leche. Al contrario, si se obtienen valores arriba del parámetro normal, indica probablemente leche con muy baja concentración de grasa o leche desengrasada lo que es un fraude (De los Reyes, Molina, & Coca, 2010).

5.7.6 Componentes Químicos de la leche.

➤ Densidad

Muchos factores afectan la densidad de la leche. La densidad de la leche depende del contenido de grasa y proteína.

Una muestra de leche con 3% de grasa podría tener una densidad de 1.0295 g/ml mientras q la leche con un contenido graso del 4% podría tener una densidad de 1.0277 g/ml, esto es un indicativo de que a menor densidad hay en la leche mayor es su contenido de grasa, a menos que esta sea alterada con alguna sustancia la cual disminuiría su densidad y contenido de grasa.

➤ Acidez

La acidez de la leche se expresa en la cantidad de ácido que puede neutralizarse con hidróxido de sodio al 0.1%, de esta forma se mide el ácido presente en la solución esta clase de acidez se llama acidez real. El promedio de acidez en la leche cruda es de 0.165%. Una leche fresca posee una acidez de 0.15 a 0.16%, cuando el valor de acidez es más bajo pueden presentarse resistencia al proceso de coagulación debido a que las bacterias que llevan a cabo este proceso necesitan cierto grado de acidez.

➤ Humedad

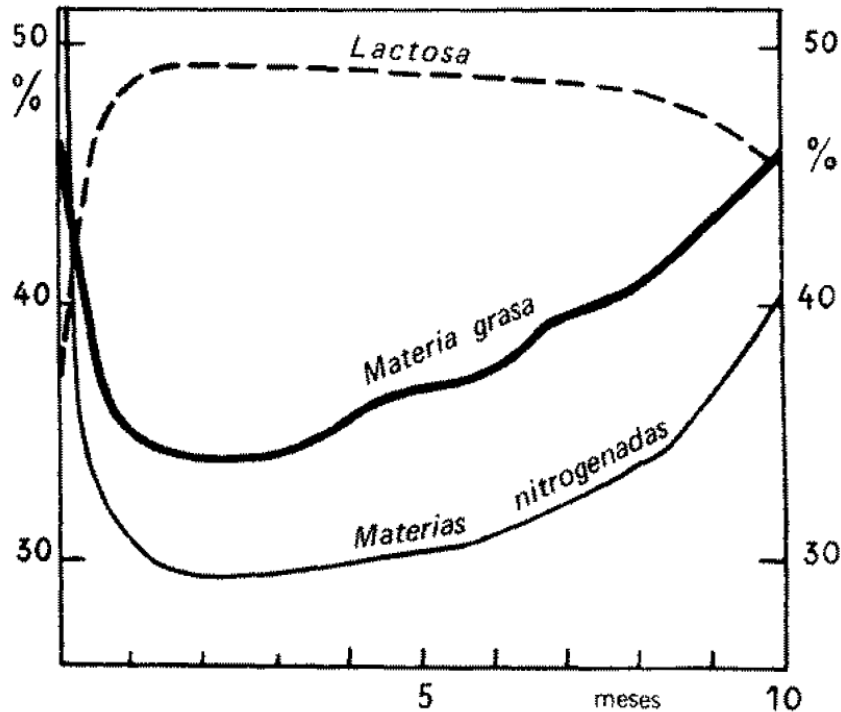
La humedad en la leche entera tiene un promedio de 87.4% cuando aún no se ha sometido a ningún proceso, variando si ya lo ha hecho como por ej. si hablamos de leche en polvo su promedio de humedad es del 3%-7% y si hablamos de sus subproductos como el queso la humedad promedio es de 32%-56%.

➤ Grasa

La cantidad de grasa contenida en la leche varía según raza, edad, estado nutricional de la vaca. Otros factores tales como: ambiente ecológico, época del año, momento de ordeño, periodo de lactancia influyen en la cantidad de materia grasa. La grasa interviene directamente en la nutrición, sabor y en otras propiedades físicas y subproductos. Contribuye a su valor nutricional ya que comparada con otras grasas es una buena fuente de energía rinde aproximadamente 9 calorías por gramo de leche. Además el sabor tiene que ver directamente con el contenido graso de esta, la grasa es utilizada para la elaboración de mantequilla, helados y cremas.

La grasa imparte suavidad, finura y agradable sensación en los productos en que ella forma parte y su ausencia provoca que el producto sea desabrido, duro arenoso o aguado (Guerrero & Rodriguez, 2010).

Imagen No 4: Evolución de la composición de la leche en el curso de la lactancia.



Fuente: (Alais, 1985)

➤ Proteína

Según la normativa el contenido proteínico, está alrededor del 3% para la leche cruda.

La proteína puede variar con respecto a la época del año indica que es más alta durante el invierno y más baja durante el verano esto debido a cambios en la disponibilidad y calidad en el alimento y las condiciones climáticas, entre el 3% a 3.5% de la leche está formado por proteínas, un valor menor a este indicaría una leche con un bajo rendimiento como fuente de alimentación.

➤ Calcio y Fosforo

El calcio y el fosforo tienen especial interés en la precipitación o coagulación de la leche, en especial en la fabricación de quesos. El cuajo y la presencia de estos minerales, no sería capaz de producir una buena cuajada requisito imprescindible de un buen queso. (Guerrero & Rodriguez, 2010)

5.8. Calidad del Pasto

Diversos estudios en la región del trópico seco, incluido el estado de Colima, (México), indican que las gramíneas alcanzan mayores rendimientos de materia seca (6 a 9 ton/ha/año, en temporal y 15 a 35 ton/ha/año, con riego) que las leguminosas, pero con un menor contenido de nutrientes por el rápido crecimiento y lignificación (4 a 8% de proteína cruda y 40 a 55% de digestibilidad).

Bajo estas condiciones, las gramíneas como único alimento de los ovinos, no llenan los requerimientos nutricionales en cualquiera de sus etapas productivas y reproductivas; por lo cual, su alimentación debe ser complementada con leguminosas, minerales y alimentos energéticos como los granos, melaza y pastas entre otros (Rodriguez, Gonzalez, Yañez, Silva, & Gomez, 2010).

Estos forrajes que también pertenecen a las gramíneas descritas con anterioridad, son de rápido crecimiento y volúmenes altos de producción de materia seca, que van de las 20 ton/ha en temporal, a 50 ton/ha con auxilio de riego. Una limitante es que rápidamente pierden su valor nutricional, por lo cual se deben de cosechar a los 60 o 70 días de edad.

Se proporcionan a los ovinos como forraje verde picado y ensilado, también se pueden henificar y moler para incorporarlo a las dietas integrales, tampoco se debe proporcionar como único alimento de los ovinos, ya que no llenan los requerimientos nutricionales en cualquiera de sus etapas productivas y reproductivas; por lo cual, su alimentación debe complementar con ingredientes más ricos en proteína, energía y minerales.

Los principales forrajes perennes de corte colectados durante el ciclo PV-2010, en unidades de producción ovina del estado de Colima, corresponden a los géneros *Pennisetum* y *Sorghum*, representados por las especies y variedades: de Maralfalfa, King Grass-CT115 y Maicena (Rodriguez et al, 2010).

Tabla No 6: Composición química de los forrajes de corte colectados en unidades de producción ovina de Colima, (Mexico), 2010.

	MS	CEN	PC	FC	ED	TDN	EM	FDN	FDA	Lig	P	Ca
Descripción	%	%	%	%	(Mcal/kg)	%	(Mcal/kg)	%	%	%	%	%
Maralfalfa Trapiche	89	9.3	9.5	25.9	2.4	54.8	2.2	63.8	41.8	5.6	0.002	0.48
Maralfalfa, 4 semanas Entrada	90	9.1	2.7	-	-	-	-	72.4	55	-	-	-
Maralfalfa, 4 semanas Fondo	92	11.8	3.4	-	-	-	-	70.1	52.9	-	-	-
Maralfalfa, 5 meses	90	9.8	7.9	21.5	2.4	53.5	2.2	52.7	53.4	11.5	0.234	0.63
CT-115, 20 días	90	18.6	4.7	14	1.8	40.9	1.7	58.5	54.5	11	0.544	1.00
CT-115, 5 meses	86	9.9	5.2	27.9	2.2	50.4	2	-	-	-	0.169	0.83
Maicena, 120 día	91	8.7	6.4	32.6	2.5	57.1	2.3	72.3	56.6	11.3	0.011	1.28

Fuente: (Rodriguez, Gonzalez, Yañez, Silva, & Gomez, 2010)

Como se observa en la Tabla No 6, los nutrientes que presentan mayor variación entre forrajes perennes de corte son la fibra cruda, cenizas, proteína cruda, total de nutrientes digestibles, la fibra detergente neutro y la lignina. Por el contrario, se observa poca variación o diferencias entre pastos para los contenidos de materia seca, energía digestible y metabolizable, fibra detergente acida, contenido de calcio y fósforo.

La escasa información técnica que existe sobre este pasto es muy heterogénea. Así, los datos presentados a continuación no muestran una tendencia clara en la composición química del pasto en función de la edad de corte (ver tabla 7).

Tabla No 7: Composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) a diferentes edades de corte.

Fracción Química	Edad (Días)	Edad (Días)	Edad (Días)	Edad (Días)	Edad (Días)	Edad (Días)	Edad (Días)
	120	90	64	60	51	47	ND ¹
Materia Seca %	-	26	-	10.7	9.7	9.4	13.2
Proteína Cruda %	4.8	3.3	15.7	11.4	9.8	11.8	24
Fibra en Detergente Neutro %	69.8	81.9	64.5	68.3	66.3	64.6	56.5
Fibra en Detergente Acido %	50.5	61.7	42.9	46.6	46.8	47.3	39.4

ND: No definido.

Fuente: (Correa Cardona & Ceron , s.f)

5.8.1 Componentes Químicos del pasto.

➤ Humedad/Materia Seca (MS)

Humedad es la cantidad de agua contenida en el alimento. Porcentaje de humedad = $100 - \% \text{ MS}$. La MS es el porcentaje del alimento que no es agua. Porcentaje de MS = $100 - \% \text{ humedad}$. Una muestra de ensilaje de maíz con 30% de MS contiene 70% de agua. Conocer el contenido de humedad del ensilaje de maíz es crítico para poder balancear las dietas en forma adecuada. Contenidos de humedad más bajos están asociados por lo general con plantas más maduras, las cuales pueden alterar la digestibilidad y el contenido energético de este forraje de forma significativa. Una fermentación adecuada es también altamente dependiente de un adecuado contenido de humedad, que para el ensilaje de maíz debe estar entre 60 y 70%. Cuando se lo ensila en un silo torre, la humedad deseable para minimizar el efluente es de 60-65%.

➤ Proteína cruda (PC)

La proteína cruda es denominada “cruda” ya que no es una medición directa de la proteína sino una estimación de la proteína total basada en el contenido en nitrógeno del alimento ($\text{Nitrógeno} \times 6.25 = \text{proteína cruda}$). La proteína cruda incluye la proteína verdadera y el nitrógeno no proteico (NPN) tales como el nitrógeno ureico y el amoniacal.

El valor de proteína cruda no suministra información acerca de la composición en aminoácidos, la digestibilidad intestinal de la proteína o cuan aprovechable es en el rumen.

➤ Fibra detergente ácido (ADF)

El ADF consiste primariamente de celulosa, lignina, y CP contenida en el ADF. Está estrechamente relacionado con la fracción no digestible del forraje y es un factor muy importante en el cálculo del contenido energético del alimento. Cuanto mayor es el contenido en ADF menor es la digestibilidad del alimento y la energía que contendrá.

➤ Fibra detergente neutro (NDF)

El total de la fibra de un forraje está contenido en el NDF o “paredes celulares”. Esta fracción contiene celulosa, hemicelulosa, y lignina. El NDF suministra la mejor estimación de del contenido total en fibra del alimento y está estrechamente relacionado con el consumo de alimento. Al aumentar los valores del NDF, el consumo total de alimento disminuye. Por lo general se asume que los rumiantes van a consumir un máximo de NDF cercano al 1.2 por ciento de su peso corporal. Las gramíneas contienen más NDF que las leguminosas comparadas a un estado similar de madurez. (articles.extension.org, s.f)

5.9. Promedio de Producción Lechera

Solo que los ganaderos, especialmente los pequeños y medianos, reciban asistencia técnica para un buen manejo, crianza y alimentación de sus reses, la producción promedio de leche se duplicaría en el país. Es lo que sostiene la Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social (FUNIDES), en su análisis de la situación actual de la productividad del sector lechero de Nicaragua.

Las enormes oportunidades de mejora se podrían aprovechar con pequeños cambios tecnológicos y en algunos casos con pequeños cambios de cómo hacer lo que ya se está haciendo afirma FUNIDES en el análisis sectorial que incorpora en el segundo informe de Coyuntura Económica de 2014 (www.laprensa.com.ni, 2014).

La productividad lechera del país es una de las más bajas a nivel mundial. Se obtienen en promedio 3.12 litros de leche por vaca por día, según el IV Censo Nacional Agropecuario, (CENAGRO) 2011.

Pese a que la ganadería es una de las actividades más importantes, y que la leche es el octavo producto de exportación del país, comparado con otros países productores lácteos, Nicaragua evidencia crecimiento.

Los niveles de producción de leche del país son comparables a los de India, Brasil y están levemente por encima de los de Etiopia, según datos de FUNIDES, aunque hay que aclarar que India provee el 16% de la producción de leche a nivel mundial, de acuerdo con el Servicio Agrícola Exterior (FAS, por sus siglas en inglés) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

La diferencia radica en la cantidad de ganado que posee. En India el hato supera los 230 millones de cabezas y su producción anual de leche es de 124 mil millones de litros.

El hato en Nicaragua es de solo 4.1 millones de reses, según el CENAGRO 2011, Pero el rendimiento de la producción lechera nicaragüense está muy atrás de sus vecinos. Por ejemplo México (un fuerte productor mundial), posee un promedio nacional de 17.1 litros de leche por vaca por día. (www.laprensa.com.ni, 2014).

5.10. Promedio de Ganancia de Peso

Algunas ganaderías en Paraguay usan el sistema de ceba de novillos a corral por los resultados satisfactorios que han conseguido con respecto al aumento de peso en menor tiempo de vida del animal (www.contextoganadero.com, s.f).

En Colombia, la ceba de novillo se utiliza en sistemas extensivos, es decir en potreros Eitel Simons, experto en ganadería bovina, expuso que el sistema de engorde intensivo a ha dado resultados positivos en los predios en los que se suministran forrajes de alta calidad proteica, suplementos, sales mineralizadas y agua de calidad.

Simons explicó que en media hectárea se ubican 700 novillos de engorde. Cada uno recibe suplementación de granos que no pasa de 2 kilos y medio al día y se da expeller de girasol de 36% de proteína y granos de sorgo molido.

Luego se suministra entre 10 y 12 kilos de corte de pasto 2 veces al día para completar la dieta.

Los resultados obtenidos luego de poner en práctica el sistema de engorde a corral son animales de menos de 24 meses de edad con un peso ideal para enviar a planta de beneficio. Los animales ganan entre 1 kilo y 1 kilo y medio de peso al día durante los 120 que permanecen en el sitio cuando han alcanzado más de 450 kilos (www.contextoganadero.com, s.f).

VI. Hipótesis

6.1. Hipótesis de Investigación

La alimentación con pasto Maralfalfa permite obtener mejores resultados en producción de leche y masa corporal del ganado que otros pastos.

6.2. Hipótesis Alternativa 1

La alimentación con pasto Maralfalfa permite obtener mejores resultados en producción de leche pero no en masa corporal del ganado.

6.3. Hipótesis Alternativa 2

La alimentación con pasto Maralfalfa no permite mejorar los resultados en producción de leche pero si en masa corporal del ganado.

6.4. Hipótesis Nula

La alimentación con pasto Maralfalfa no muestra mejores resultados en la producción de leche y masa corporal del ganado.

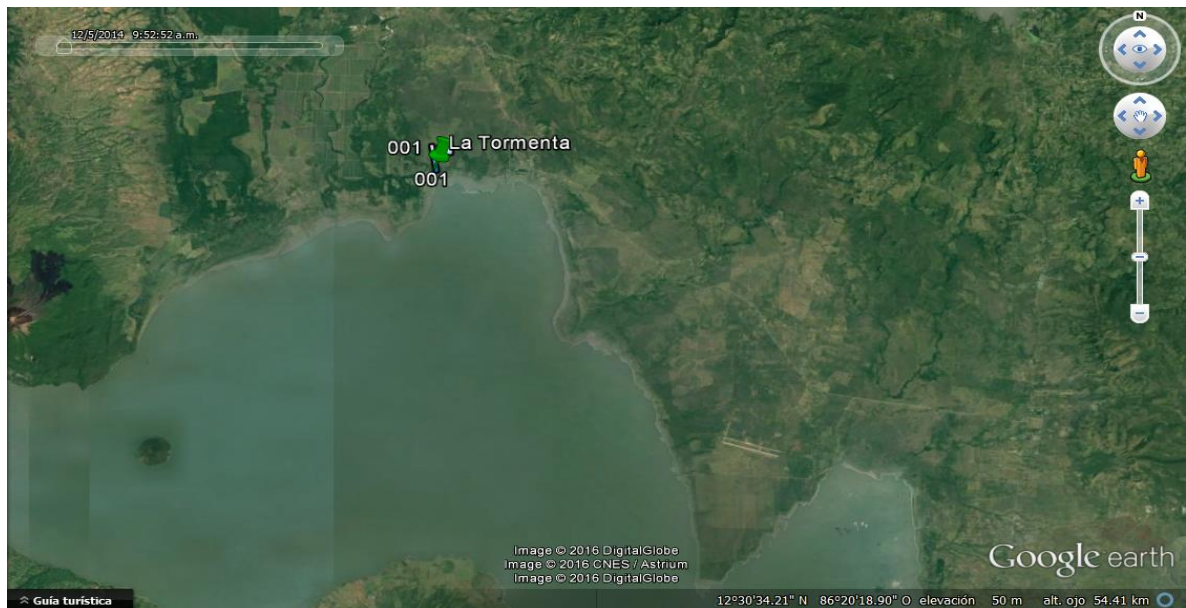
VII. Diseño Metodológico

7.1. Localización del sitio de estudio

7.1.1 Macro-Localización

El estudio se trabajó en el municipio de San Francisco Libre departamento de Managua, el cual se ubica entre las coordenadas 12°30'N 86°18'W a unos 40 m.s.n.m. a 76 km al noreste de la Ciudad Capital. en la finca LA TORMENTA.

Imagen No 5: Ubicación geográfica de la finca en estudio

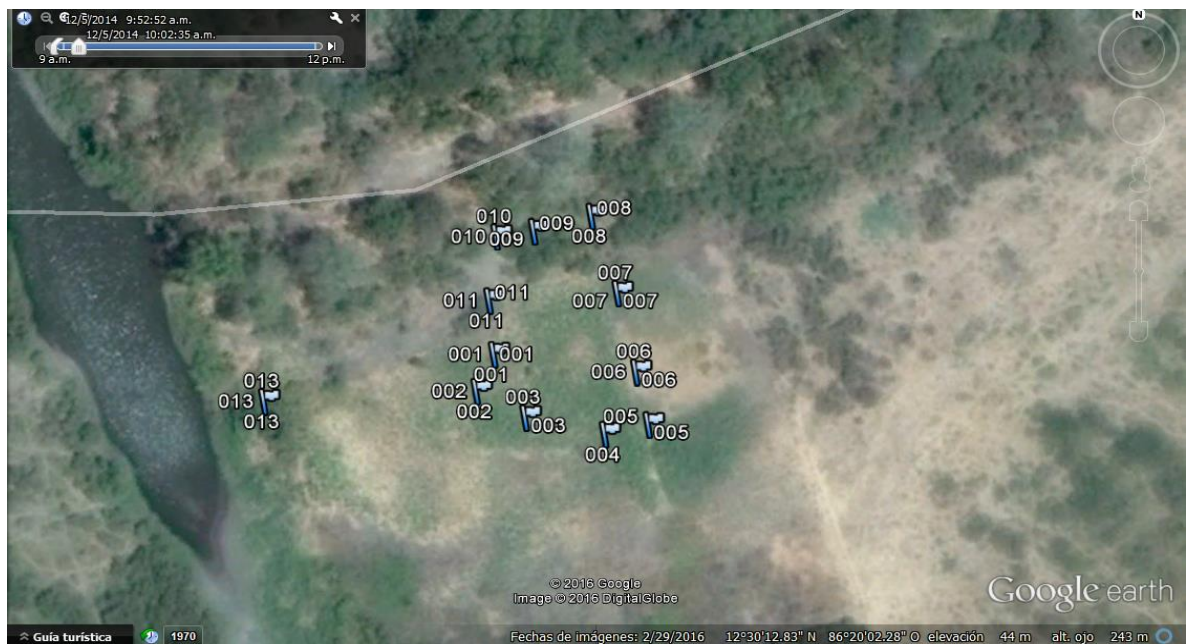


Fuente: Google Earth

7.1.2 Micro-Localización.

El estudio se llevó a cabo en la finca La Tormenta, del Sr. Joaquín García, ubicada a 1 Km del casco urbano de San Francisco Libre, entre las coordenadas 12°30'12.48"N y 86°20'3.31"W.

Imagen No 6: Ubicación geográfica de la poligonal del sitio donde se realizó el estudio.



Fuente: google Earth

7.2. Selección del sitio de estudio

El sitio para estudio debe realizarse en un territorio dentro del corredor seco de Nicaragua, por tanto se ha seleccionado el municipio de San Francisco Libre, por facilidad de acceso y estar en el área meta de Estudio.

La ubicación geográfica del sitio de estudio se determinó con apoyo de un GPS, y luego los datos serán procesados empleando los softwares MapSource y Google Earth, para levantar mapas de ubicación de la parcela.

Con el software MapSource se obtuvieron los datos que se emplearon en Auto CAD, para crear planos de diseño del riego para la parcela experimental.

7.3. Toma de muestras de suelo

En esta etapa se tomaron y analizaron 3 muestras de suelo inalteradas mediante una calicata de 1 mt³ y con el cilindro se tomaron, posteriormente se trasladaron al laboratorio, donde se realizaron análisis como: densidad aparente, densidad real, punto de marchitez permanente, textura, pH, materia orgánica (MO) y Conductividad eléctrica, los cuales servirán para determinar las cantidades de nutrientes que necesitara el pasto, así como el método de riego que habrá de aplicarse en el terreno donde está ubicado el pasto. (Ver anexos 11, 12, 13, 14 y 15)

7.4. Establecimiento de pasto

En esta etapa el pasto se estableció en la zona elegida para su uso y posterior estudio: Se eligió previamente el tipo de pasto a establecer en un área de 400mts² donde este se sembró posteriormente.

Para el establecimiento del pasto, primero se quitaron todos los rastrojos de cualquier cultivo anterior, posteriormente se utilizó un arado de tracción animal que simultáneamente hace las veces de rastrillo.

La siembra se hizo empleando semillas de material vegetativo (estacas), las cuales se enterraron parcialmente empleando espeque. El marco de plantación utilizado fue de 30 x 50 cm hasta cubrir todo el lote.

7.5. Manejo agronómico del cultivo

Para esta etapa del estudio se hizo un manejo de malezas de manera manual en el cual se utilizaron herramientas tales como machete, piocha, azadón para mantener el área limpia. Con los análisis de suelo se preparó un programa de fertilización, el cual ejecutó de acuerdo a la recomendación basada en los estudios de suelo.

La fertilización se hizo en dos momentos, en el momento de la siembra se realizó una fertilización completa, y el aporte de fertilizante nitrogenado como la Urea se distribuyó cuando el pasto alcanzo de los 15 a 20 cm de altura, al momento de la aplicación el suelo debe encontrarse húmedo.

La humedad es factor básico en la agricultura, por lo cual, aunque el estudio se hizo en el periodo lluvioso, no obstante se realizó un diseño de riego por aspersión, el cual se administró con manejo deficitario, para asegurar que el suelo siempre tenga la humedad que necesita el pasto para su desarrollo óptimo.

7.6. Muestreo de campo y análisis en laboratorio

Se tomaron muestras del pasto en estudio aproximadamente a los 60 días de su siembra, posteriormente se llevaron y analizaron en el laboratorio y así se determinó su contenido de proteína, fibra etc. Esta tarea se realizó de la siguiente manera en el lugar de estudio donde se encuentra el pasto, se cortaron dos muestras del pasto de 2.2Lb cada una, solamente de tallo y hojas, una de estas fue homogenizada y la otra de un solo punto de la zona para tener una mejor perspectiva.

7.7. Selección de ganado

En esta etapa se seleccionó el ganado a ser estudiado, el cual fueron 3 vacas de uso lechero y 3 de engorde para sus respectivas mediciones. Cabe señalar que los animales para el engorde fueron novillos no mayores de un año, para así tener una mejor relación sobre su ganancia de peso diario, y con respecto al ganado lechero se utilizaron vacas paridas con terneros no mayores a un año para asegurar que su producción de leche fue en su momento óptimo para dicha labor. Los tratamientos a utilizar en estas labores serán en la finca denominada “LA TORMENTA” un pastoreo libre, en el potrero denominado “PAPATURRO”, será un manejo estabulado con pasto natural y por último, manejo semi-estabulado con el pasto maralfalfa.

7.8. Ceba del ganado

Para la ceba del ganado se utilizó el método de semi-estabulado, debido a que este era el que mejor se acoplaba a la infraestructura que se posee en el área donde se realizó el estudio.

Las raciones de alimento que se les brindo tanto a los novillos como al ganado adulto correspondió al 12% de su masa corporal comprendiendo dos periodos de alimentación al día.

La forma de suministración del pasto fue simplemente por corte, y sin ningún suplemento que hubiese podido alterar de alguna manera los resultados que se pretendían obtener en el estudio

7.9. Determinación del peso diario del ganado de ceba

Debido a que no se contaba con una báscula para medir el peso exacto del ganado, se utilizó un método de estudio llamado barimetría. La barimetría, no es más que la estimación del peso de un animal mediante medidas corporales. Es la parte del estudio del exterior del animal mediante el cual permite calcular el PV aproximado de un bovino aplicando ciertas relaciones matemáticas basadas en medidas de regiones del cuerpo (Cuestas, Massi, & Cespedes, 1995)

El peso vivo se puede obtener mediante una relación de los perímetros torácico y abdominal de los animales, la cual se representa por:

$$PV (Kg) = (PT)(PA)(C)$$

Dónde:

PT = Perímetro Torácico (G). Se mide detrás de la espalda sobre la cruz, rodeando el vientre, algo separado del antebrazo.

PA = Perímetro Abdominal (H). Se toma a la altura del ombligo en las hembras y por delante del prepucio en los machos.

Longitud de cuerpo o L (C-D). Es la distancia que se mide desde la testuz del animal hasta donde comienza la cola.
(Ver anexos)

El coeficiente varía según características de los animales (Cuestas, Massi, & Cespedes, 1995).

Terneros: 100

Vacunos jóvenes: 90

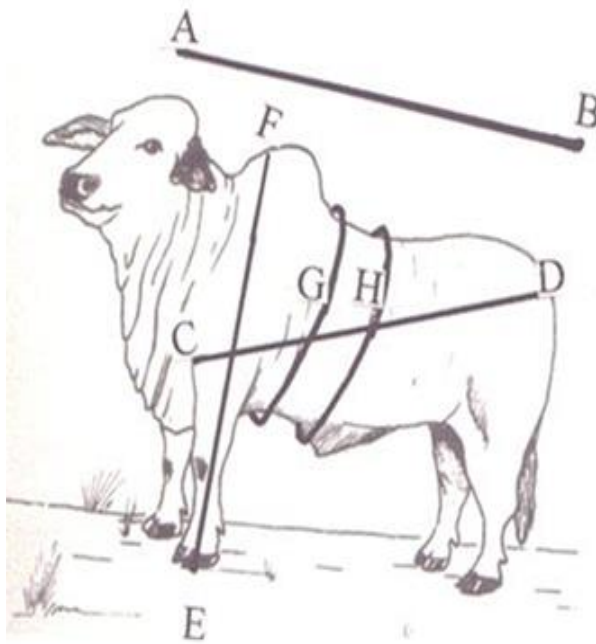
Vacunos magros: 85

Vacunos normales: 80

Vacunos cebados: 72

En el presente estudio se tomó el de vacunos normales ya que es una medida estándar para el tipo de vacuno que analizado (Cuestas, Massi, & Cespedes, 1995).

Imagen No 7: Esquema de medición del ganado.



Fuente: (Cuestas, Massi, & Cespedes, Determinacion del peso vivo de Bovinos y Asnos en San Jose Llanga, 1995)

7.10. Determinación de cantidad y calidad de leche

Una vez seleccionado el ganado para este estudio se procedió a alimentar a una de las vacas con el pasto Maralfalfa, otra se alimentó en forma de pastoreo libre del pasto testigo y la última se mantuvo alimentándose en pastoreo libre con pasto natural, durante este proceso se tomaron las medidas de la producción de leche de los tres animales. Las medidas de leche se tomaron diario, durante esta parte se tomaron muestras de la leche antes, durante y luego del consumo del pasto, esto para conocer mediante análisis de laboratorio y medición el contenido de proteínas grasas etc. y la cantidad de leche producida.

7.11. Variables del estudio

Para este estudio se analizó la variable independiente alimentación del ganado para lo cual se procedió a suministrar al ganado pasto Maralfalfa, del cual se compararon los resultados mediante el uso de alimentación por pastoreo tradicional. Por lo que esta variable queda expresada de la siguiente manera:

- a. Alimentación con pasto Maralfalfa.
- b. Alimentación por pastoreo libre.

Una vez que se inició la alimentación con el pasto Maralfalfa, se tomaron las siguientes variables dependientes de la alimentación, las cuales estuvieron orientadas a medir el valor cualitativo y cuantitativo de los resultados, entre ellas tenemos:

Producción de leche (Lts/día): cantidad de leche producida por vaca, expresada en Lts/día, esta variable es importante registrar diario con el fin de garantizar datos exactos de cambios en la producción.

Calidad de la leche: medida a través del análisis de los componentes sólidos (grasa, proteína, fosforo, calcio, acidez, densidad y humedad).

Variación de peso (Kg) semanal, a través del pesaje de novillos una vez cada ocho días.

Calidad nutricional de Maralfalfa: medida a través de análisis de proteína cruda, materia seca, fibra neutra detergente (FDN) y fibra ácido detergente (FAD) en laboratorio.

7.12. Diseño experimental

Al plantear este diseño se concibe obtener una mayor precisión si se controla la variabilidad introducida por los tipos de animales y los periodos de alimentación; siendo el factor principal de este estudio el tipo de pasto o ración alimenticia, pretendiendo evaluar el pasto Maralfalfa, con respecto a dos pastos testigos absolutos de pastoreo en la finca La Tormenta y el Potrero El Papaturo. Se decidió realizar este experimento utilizando un diseño en cuadrado latino, ya que no se cuenta con suficiente ganado para realizar otro tipo de diseño experimental. Para ello se seleccionaron 3 niveles para cada una de las variables de bloque: animal, (S1, S2, S3), y periodo de alimentación (P1, P2, P3).

La selección de uno de los cuadrados se hace al azar. Suponiendo que el orden de la fila elegido es el siguiente:

A B C

A continuación, se asigna también al azar, el orden de las filas y las columnas. De forma tal, que el orden seleccionado para las filas sea (2, 3, 1), entonces el orden anterior se convierte en:













C A B

Se vuelven a generar otros 3 números aleatorios que se identifican con el orden de las columnas de este último. Tal que si los números obtenidos son (3, 1, 2), se obtiene el siguiente orden de filas:

B C A

Por último, se asignan al azar las filas, las columnas y las letras latinas a los tres factores. Por ejemplo, supongamos que las filas, las columnas y las letras se asignan, respectivamente, a los tipos de animales, periodos de alimentación y alimentación, de tal forma que el diseño resultante es:

Tabla No 8: Esquema Orden de Alimentación

	Periodo de alimentación		
Animal	P1	P2	P3
S1,S4 	A 	B 	C 
S2,S5 	C 	A 	B 
S3,S6 	B 	C 	A 

Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

A = Alimentación con pasto Maralfalfa

B = Alimentación mediante pastoreo en el Papaturro

C = Alimentación mediante pastoreo libre en la Tormenta

P= Periodo de alimentación.

S1= Sujeto de prueba 1(Muca chaparra)

S2= Sujeto de prueba 2(Elegancia)

S3= Sujeto de prueba 3(Única)

S4= Sujeto de prueba 4(El Muco)

S5= Sujeto de prueba 5(La Elegancia Jr.)

S6= Sujeto de prueba 6(El Tigre)

Por convenio, se suele situar el factor principal, en este caso el tipo de pasto, en las celdillas.

En la tabla No 8 se presenta el diseño y arreglo de los tratamientos, en el orden que se alimentó a los sujetos de prueba cada periodo correspondiente, el cual será 7 días para alimentar al ganado con cada tratamiento y un impase que será de 8 días que servirá para limpiar al ganado de cada tratamiento y así garantizar que los tratamiento no influyan entre sí para de esta manera poder monitorear las variables de una mejor manera y obtener los datos necesarios para este experimento.

7.13. Planteamiento del modelo

En un diseño en cuadrado latino intervienen los siguientes factores: un factor principal y dos factores secundarios o variables de bloque. Se supone que no existe interacción entre esos tres factores. Así el modelo empleado es un modelo aditivo.

Si consideramos que los tres factores son de efectos fijos, el modelo estadístico para este diseño es:

$$y_{ij(h)} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_h + u_{ij(h)} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, K \\ j = 1, 2, \dots, K \\ h = 1, 2, \dots, K \end{array}$$

Dónde:

- $y_{ij(h)}$ representa la observación correspondiente a la i -ésima fila, j -ésima columna y h -ésima letra latina.
- μ es la media global.
- τ_i es el efecto producido por el i -ésimo nivel del factor fila. Dichos efectos están sujetos a la restricción $\sum_i \tau_i = 0$.
- β_j es el efecto producido por el j -ésimo nivel del factor columna. Dichos efectos están sujetos a la restricción $\sum_j \beta_j = 0$.
- γ_h es el efecto producido por la h -ésima letra latina. Dichos efectos están sujetos a la restricción $\sum_h \gamma_h = 0$.
- $u_{ij(h)}$ son variables aleatorias independientes con distribución $N(0, \sigma)$

A continuación se muestra la notación que se va a utilizar en estos diseños $N = K^2$ es el número total de observaciones.

- El total y la media global

$$y \dots = \sum_{i,j} y_{ij}(\cdot)$$

$$\bar{y} \dots = \frac{y}{k^2}$$

- El total y la media por fila

$$y_i = \sum_{j=1}^k y_{ij}(\cdot)$$

$$\bar{y}_i = \frac{y_i}{k}$$

- El total y la media por columna

$$y_{\cdot j} = \sum_{i=1}^k y_{ij}(\cdot)$$

$$\bar{y}_{\cdot j} = \frac{y_{\cdot j}}{k}$$

Donde la notación $y_{ij}(\cdot)$ indica que consideramos la observación correspondiente a la celda (i, j) independientemente de la letra latina que le corresponda.

- El total y la media para cada letra latina.

$$y_{\cdot \cdot h} = \sum_{i,j} y_{ij}(h)$$

$$\bar{y}_{\cdot \cdot h} = \frac{y_{\cdot \cdot h}}{k}$$

Donde $y_{..h}$ se obtiene sumando las K observaciones en las que el tratamiento se ha fijado al nivel h.

Descomposición de la variabilidad. Siguiendo el mismo procedimiento que en modelo en bloques aleatorizados, se comprueba que la ecuación básica del análisis de la varianza es:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (y_{ij}(h) - y_{...})^2 \\ = k \sum_{i=1}^k (y_{i...})^2 + k \sum_{j=1}^k (y_{.j} - y_{...})^2 + k \sum_{h=1}^k (y_{..h} - y_{...})^2 + \\ \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (y_{ij}(h) - y_{i...} - y_{.j} - y_{..h} + 2y_{...})^2 \end{aligned}$$

Que simbólicamente se puede escribir

$SCT = SCF + SCC + SCL + SCR$, denominando por esas siglas los términos en el orden en que figuran:

- 1) SCT, suma total de cuadrados.
- 2) SCF, suma de cuadrados debida al efecto fila.
- 3) SCC, suma de cuadrados debida al efecto columna.
- 4) SCL, suma de cuadrados debida a la letra latina.
- 5) SCR, suma de cuadrados del error.

Para una mayor sencillez en el cálculo se utilizan las expresiones abreviadas de SCT, SCF, SCC, SCL, y SCR, que se dan a continuación:

$$SCT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k y^2_{ij} - \frac{y^2}{k^2}$$

$$SCF = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k y^2_i - \frac{y^2}{k^2}$$

$$SCC = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^k y^2_j - \frac{y^2}{k^2}$$

$$SCL = \frac{1}{K} \sum_{h=1}^k y^2 \dots h - \frac{y^2}{k^2}$$

La suma de cuadrados del error se obtiene por diferencia

$$SCR = SCT - SCF - SCC - SCL$$

Tabla No 9 : tabla ANOVA correspondiente a este modelo es

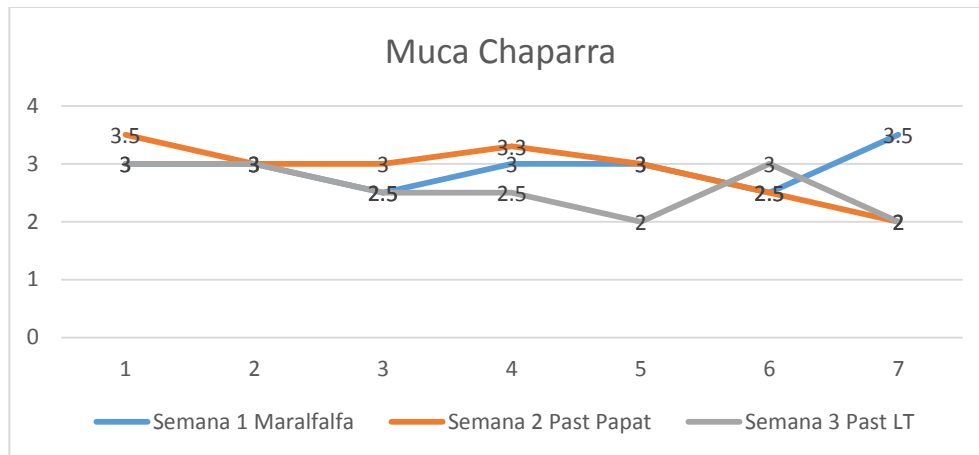
Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fexp
E.Fila	$\frac{1}{K} \sum_{i=1}^k y^2_i - \frac{y^2}{k^2}$	K-1	\hat{S}^2_F	$\hat{S}^2_F / \hat{S}^2_R$
E.Columna	$\frac{1}{K} \sum_{j=1}^k y^2_j - \frac{y^2}{k^2}$	K-1	\hat{S}^2_C	$\hat{S}^2_C / \hat{S}^2_R$
E.Letra Lat	$\frac{1}{K} \sum_{h=1}^k y^2_h - \frac{y^2}{k^2}$	K-1	\hat{S}^2_L	$\hat{S}^2_L / \hat{S}^2_R$
Residual	SCT-SCF SCC-SCL	(k-1) (k-2)	\hat{S}^2_R	
Total	$\sum_i^k \sum_j^k y^2_{ij} - \frac{y^2}{k^2}$	K ² -1	\hat{S}^2_T	

Fuente: (Echavarria Sanchez)

VIII. Análisis y Presentación de Resultados

8.1 Producción de leche (lts/día).

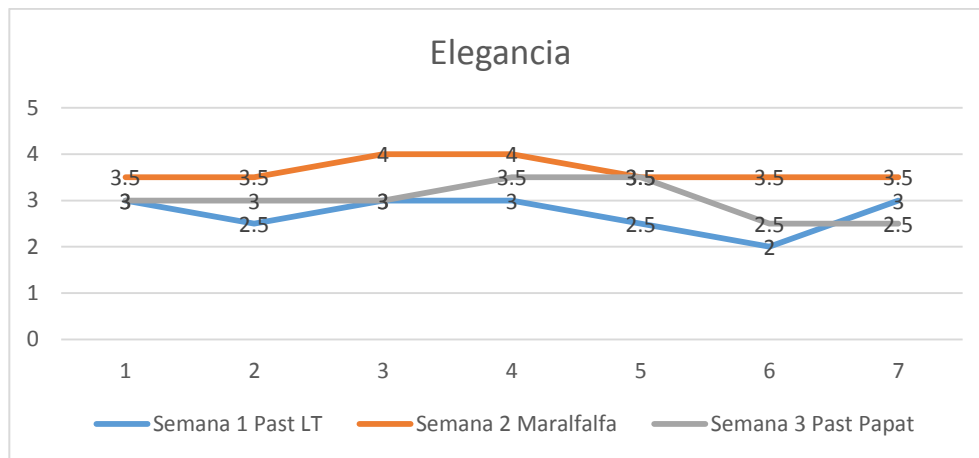
Gráfico No 1: Producción de leche (lts/día) durante 3 semanas



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico anterior nos muestra la respuesta del sujeto de prueba No 1 (Muca Chaparra) a los tres tipos de tratamiento que se llevaron a cabo en el experimento, siendo la semana con consumo de Maralfalfa la que obtuvo la más alta cantidad de producción en uno de sus días con una media de producción de 2.92 lts/día . Durante la semana número 2, esta se trasladó a pastar en la zona conocida como el Papaturro, donde se llevó a cabo un pastoreo acompañado de una ración de un pasto natural que se tenía cerca de la zona, la cual muestra una media diaria de 2.9 lts, y durante la semana 3 cuando la alimentación fue de pastoreo en un potrero con pasto natural denominado La Tormenta, podemos observar un claro descenso en la producción general de leche diaria al ser la media de 2.57 lts diarios.

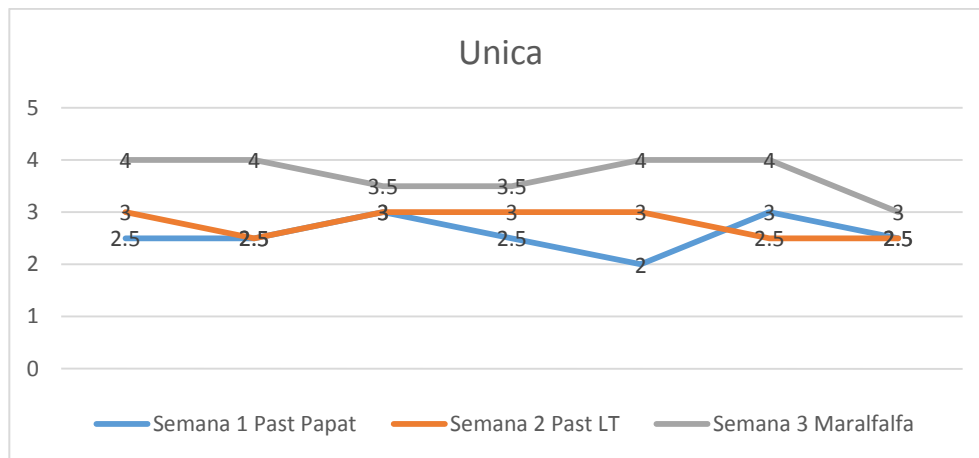
Grafico No 2: Producción de leche (lts/día) durante 3 semanas



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico número 2 se observa el comportamiento del sujeto de prueba No 2 (La Elegancia), que durante la semana 1 se alimentó con pastoreo libre en el potrero La Tormenta, siendo esta semana la que posee los registros más bajos en producción lechera con una media diaria de 2.71 lts. Posteriormente tenemos que la semana 2, periodo en el cual se alimentó con el pasto Maralfalfa se obtuvieron los registros más altos en la producción con una media diaria de 3.64 lts, mientras que en la tercera semana, cuando fue alimentada con pastoreo en el papaturro sus índices bajaron con respecto a la semana anterior pero se mantuvieron un poco más altos que los de la primer semana alcanzando una media de 3 lts.

Gráfico No 3: Producción de leche (lts/día) durante 3 semanas

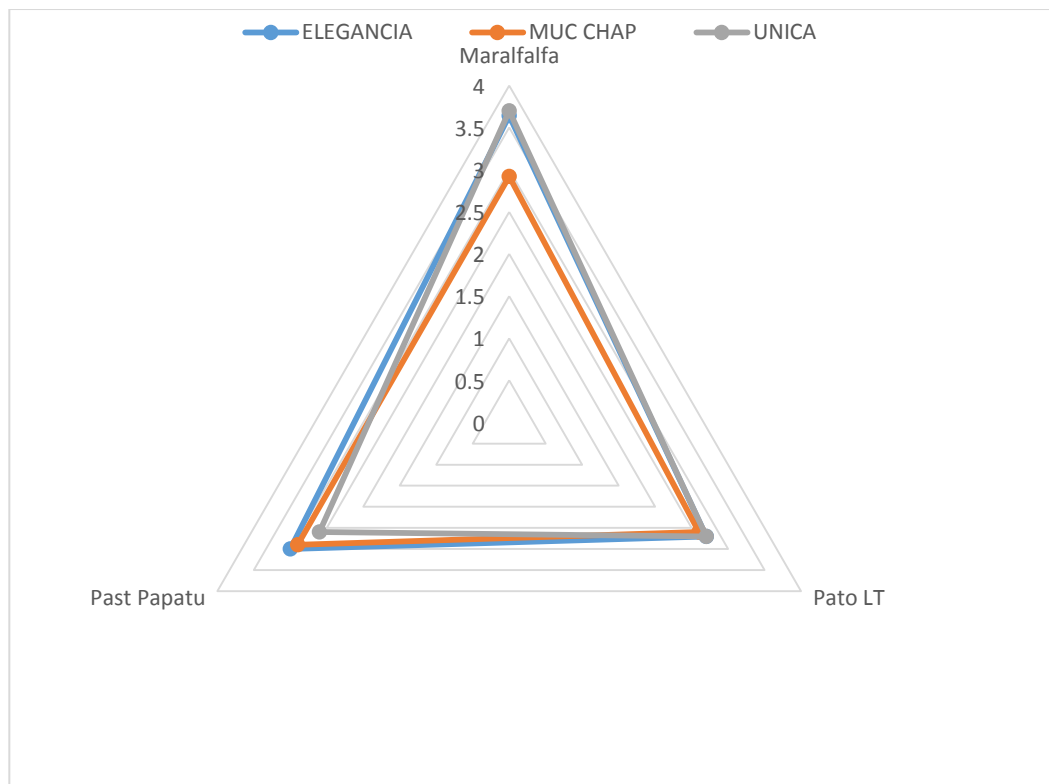


Fuente: Elaboración propia.

En este tercer gráfico se observa las diferencias más marcadas del estudio en cuanto a la variable producción de leche. Durante las primeras 2 semanas los índices de producción lechera son notablemente más bajos que los obtenidos en la tercera semana cuando el sujeto de prueba No 3 (La Única), fué alimentado con el pasto Maralfalfa con un rendimiento medio diario de 3.75 lts/día.

En las semanas 1 y 2 que corresponden al pastoreo en los potreros Papaturro y La tormenta se obtuvieron rendimientos medios diarios de 2.6 y 2.8 lts/día respectivamente.

Gráfico No 4 Comparación de la producción de leche semanal promedio



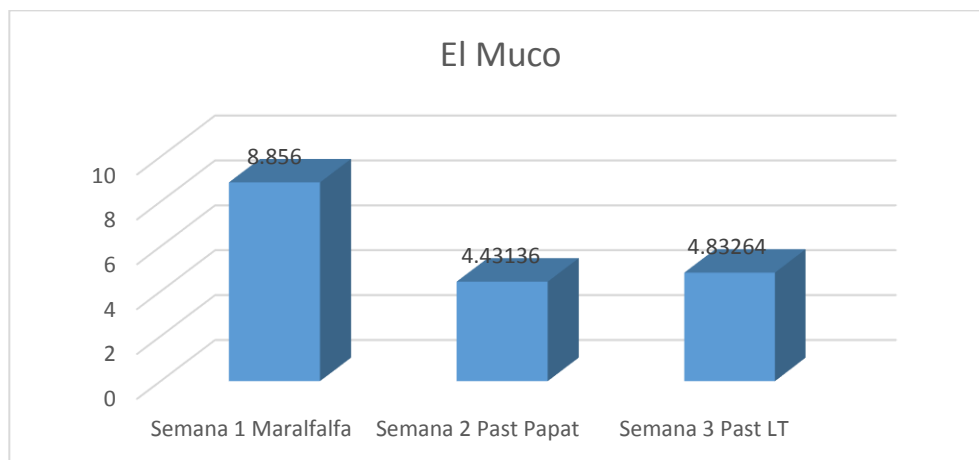
Fuente: Elaboración propia.

En este último gráfico se compara el comportamiento de los 3 sujetos de prueba durante las 3 semanas del experimento, tomando como base de esta comparación el promedio de producción lechera por semana y su tipo de alimentación durante cada una de estas. Partiendo de lo anterior antes mencionado, se puede decir que el pasto Maralfalfa fué quien resulto de mayor utilidad al momento de ayudar al ganado a producir más leche, luego de este el pastoreo del Papaturro donde se le brindaba al ganado una ración de un pasto cercano a la zona y por último el de más baja producción lechera fue el pastoreo en la finca La Tormenta.

8.2 Variación del peso (Kg).

Los datos del peso medido mediante la fórmula de Cuestas, Massi, & Cespedes, 1995 se pueden observar en el Anexo 5, a partir de los cuales se ha determinado las ganancias de peso alcanzada con cada uno de los tratamientos que se presentan en la gráfica No 5 para el sujeto de prueba El Muco.

Grafico No 5: Variación del peso (Kg) por semana



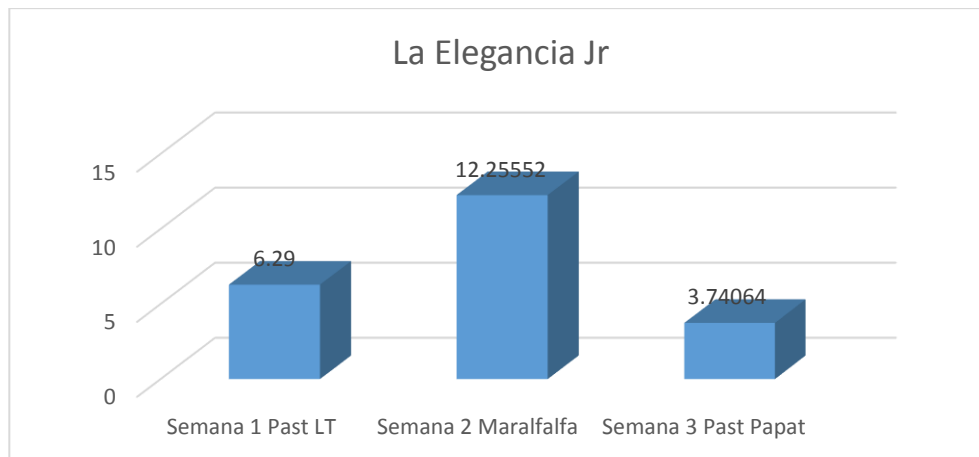
Fuente: Elaboración propia.

En este gráfico se refleja los pesos calculados para el sujeto de prueba 4 “El Muco” al finalizar cada semana del estudio. La ganancia de peso alcanzada en la semana de alimentación con maralfalfa fué de 8.58 Kg, en la semana de alimentación mediante el sistema semi-estabulado en el papaturro la ganancia de peso fué 4.43 Kg y en la semana de pastoreo libre en la tormenta la ganancia de peso fué de 4.83 Kg, con lo que se puede observar que la ganancia de peso con el uso de maralfalfa fue de un 48.36% y 43.70% mayores a las ganancias de peso para el manejo semi-estabulado y pastoreo libre.

En base a estos datos el peso diario ganado por “El Muco” es de 1.22 Kg bajo el tratamiento con pasto Maralfalfa, durante su estancia en el Papaturro de 0.63 Kg y en la Tormenta de 0.70 Kg.

Los datos del peso medido mediante la fórmula de Cuestas, Massi, & Cespedes, 1995 se pueden observar en el Anexo 6, a partir de los cuales se ha determinado las ganancias de peso alcanzada con cada uno de los tratamientos que se presentan en la gráfica No 6 para el sujeto de prueba La Elegancia Jr.

Gráfico No 6: Variación del peso (Kg) por semana



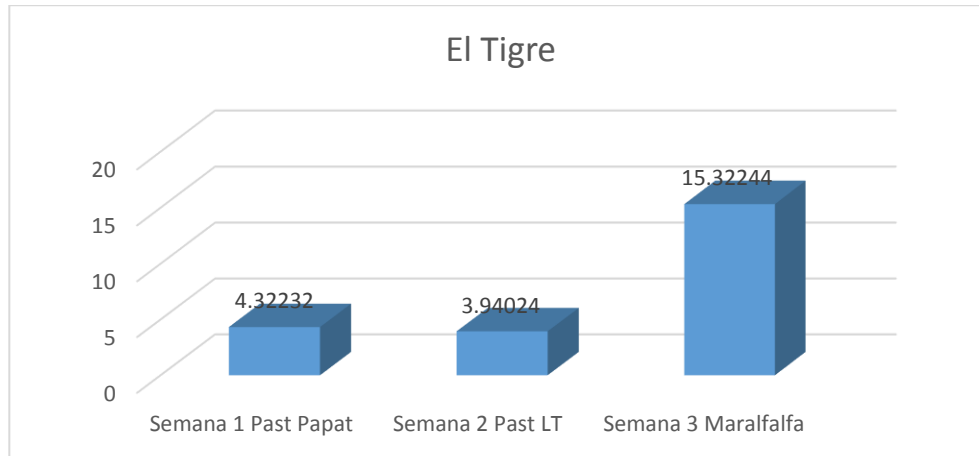
Fuente: Elaboración propia.

En este gráfico se tiene reflejado los pesos calculados para el sujeto de prueba 5 “Elegancia Jr.” al finalizar cada semana del estudio. La ganancia de peso alcanzada en la semana de alimentación con maralfalfa fue de 12.25 Kg, en la semana de alimentación mediante el sistema semi-estabulado en el papaturro la ganancia de peso fué 3.74 Kg, y en la semana de pastoreo libre en la tormenta la ganancia de peso fué de 6.29 Kg, con lo que se puede observar que la ganancia de peso con el uso de maralfalfa fué de un 69.46 % y 48.65 % mayores a las ganancias de peso para el manejo semi-estabulado y pastoreo libre.

En base a estos datos el peso diario ganado por “La Elegancia Jr” es de 1.75 Kg bajo el tratamiento con pasto Maralfalfa, durante su estancia en el Papaturro de 0.53 Kg y en la Tormenta de 0.90 Kg.

Los datos del peso medido mediante la fórmula de Cuestas, Massi, & Cespedes, 1995 se pueden observar en el Anexo 7, a partir de los cuales se ha determinado las ganancias de peso alcanzada con cada uno de los tratamientos que se presentan en la gráfica No 7 para el sujeto de prueba El Tigre.

Grafico No 7: Variación del peso (Kg) por semana

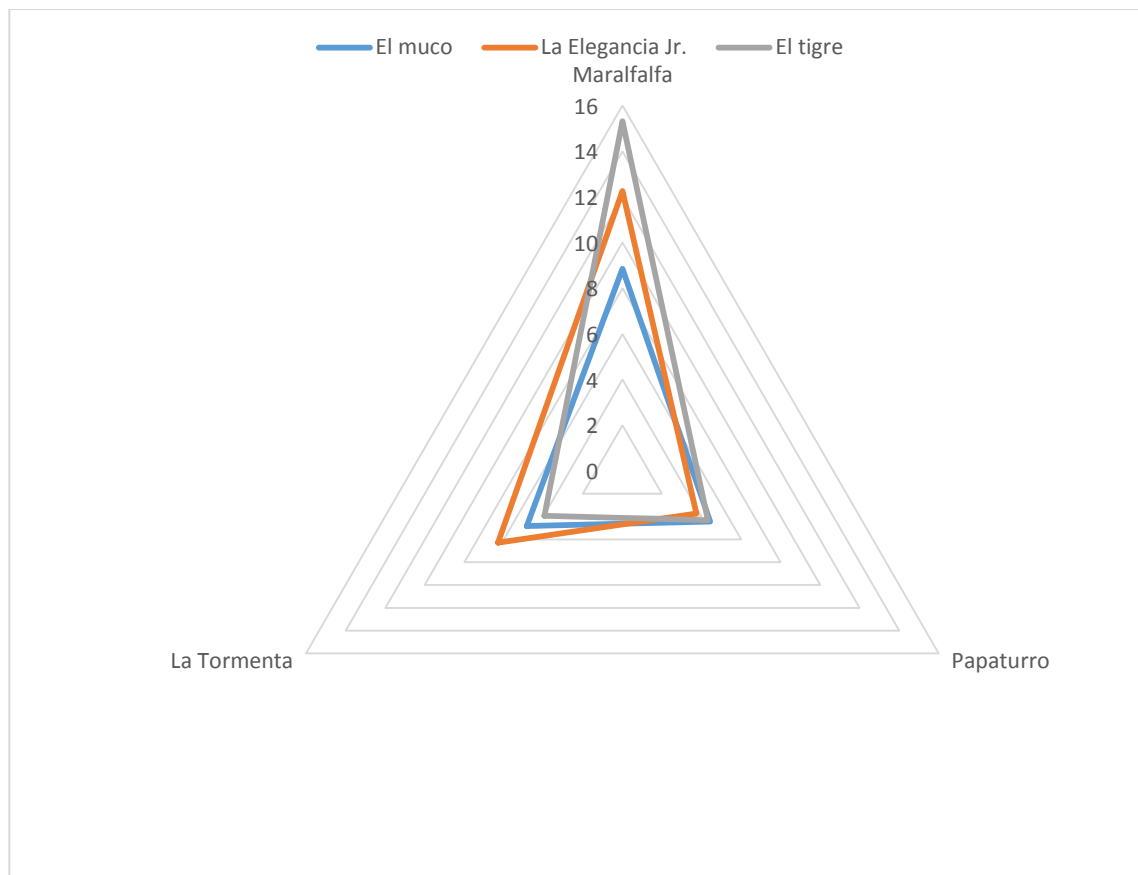


Fuente: Elaboración propia.

En este gráfico se refleja los pesos calculados para el sujeto de prueba 6 “El Tigre” al finalizar cada semana del estudio. La ganancia de peso alcanzada en la semana de alimentación con maralfalfa fué de 15.32 Kg, en la semana de alimentación mediante el sistema semi-estabulado en el papaturro la ganancia de peso fué de 4.32 Kg y en la semana de pastoreo libre en la tormenta la ganancia de peso fué de 3.94 Kg, con lo que se puede observar que la ganancia de peso con el uso de maralfalfa fué de un 71.80 % y 74.28 % mayores a las ganancias de peso para el manejo semi-estabulado y pastoreo libre.

En base a estos datos el peso diario ganado por “El Tigre” es de 2.18 Kg bajo el tratamiento con pasto Maralfalfa, durante su estancia en el Papaturro de 0.61 Kg y en la Tormenta de 0.56 Kg.

Gráfico No 8: Variación del peso (Kg) total individual comparativo.



Fuente: Elaboración propia.

En este último gráfico se compara el comportamiento de los 3 sujetos de prueba durante el experimento, tomando como base de esta comparación el promedio de ganancia de peso por semana y su tipo de alimentación durante cada etapa. Partiendo de lo anterior antes mencionado se puede decir que el pasto Maralfalfa fué el tratamiento que permitió lograr un mayor incremento de masa del ganado en estudio, luego de este el pastoreo en La Tormenta donde era un pastoreo libre y por último en El Papaturro donde se utilizaba un pastoreo semi-estabulado.

8.3 Análisis de las variables.

Imagen No 8: Variable humedad de la leche

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	9	0.33	0.10	5.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	63.66	2	31.83	1.47	0.3030
PASTO	63.66	2	31.83	1.47	0.3030
Error	130.23	6	21.71		
Total	193.89	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=11.67161

Error: 21.7052 gl: 6

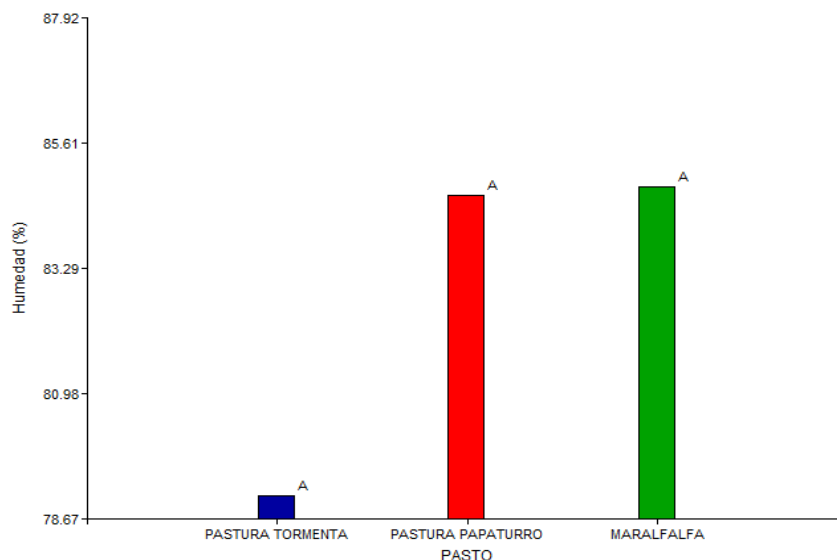
PASTO	Medias	n	E.E.
PASTURA TORMENTA	79.09	3	2.69 A
PASTURA PAPATURRO	84.65	3	2.69 A
MARALFALFA	84.81	3	2.69 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Software InfoStat

Según los análisis obtenidos con el software InfoStat, para la variable humedad de la leche en el análisis de varianza se observa un p-valor de 0.3030 el cual es mayor de 0.05 lo que indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual se puede comprobar en la prueba de Tukey, en la cual todos los tratamientos presentan una misma significancia estadística, tal como se puede observar en la Gráfico No 9.

Gráfico No 9: Variable Humedad de la Leche.



Fuente: Software InfoStat

Imagen No 9: Variable Densidad de la leche

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Densidad	9	0.44	0.25	0.56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.6E-04	2	7.8E-05	2.33	0.1780
PASTO	1.6E-04	2	7.8E-05	2.33	0.1780
Error	2.0E-04	6	3.3E-05		
Total	3.6E-04	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01446

Error: 0.0000 gl: 6

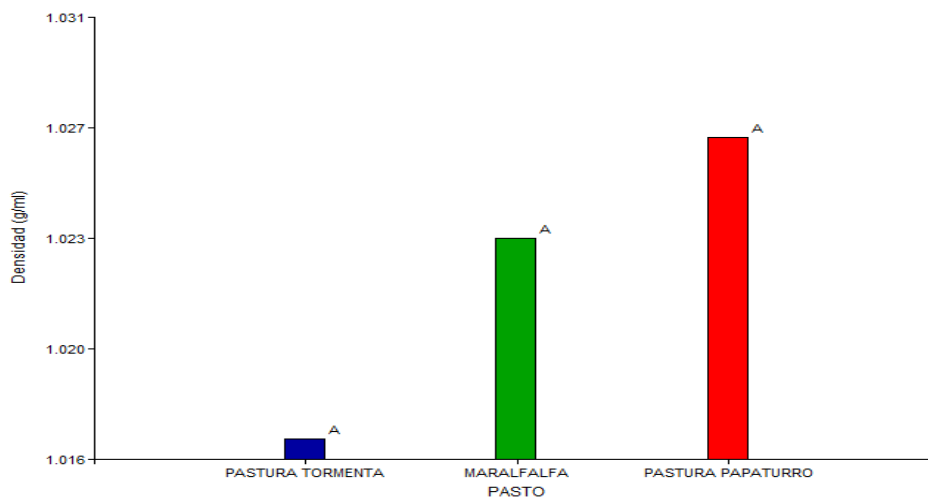
PASTO	Medias	n	E.E.
PASTURA TORMENTA	1.02	3	3.3E-03 A
MARALFALFA	1.02	3	3.3E-03 A
PASTURA PAPATURRO	1.03	3	3.3E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Software InfoStat

Según los análisis obtenidos con el software InfoStat para la variable Densidad de la leche en el análisis de varianza, se observa un p-valor de 0.1780 el cual es mayor de 0.05, lo que indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual se puede comprobar en la prueba de Tukey, en la cual todos los tratamientos presentan una misma significancia estadística, tal como se puede observar en la Gráfico No 10

Gráfico No 10: Variable Densidad de la Leche.



Fuente: Software InfoStat

Imagen No 10: Variable Grasa de la leche.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grasas	9	0.11	0.00	14.75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.84	2	0.42	0.39	0.6946
PASTO	0.84	2	0.42	0.39	0.6946
Error	6.54	6	1.09		
Total	7.38	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.61509

Error: 1.0896 gl: 6

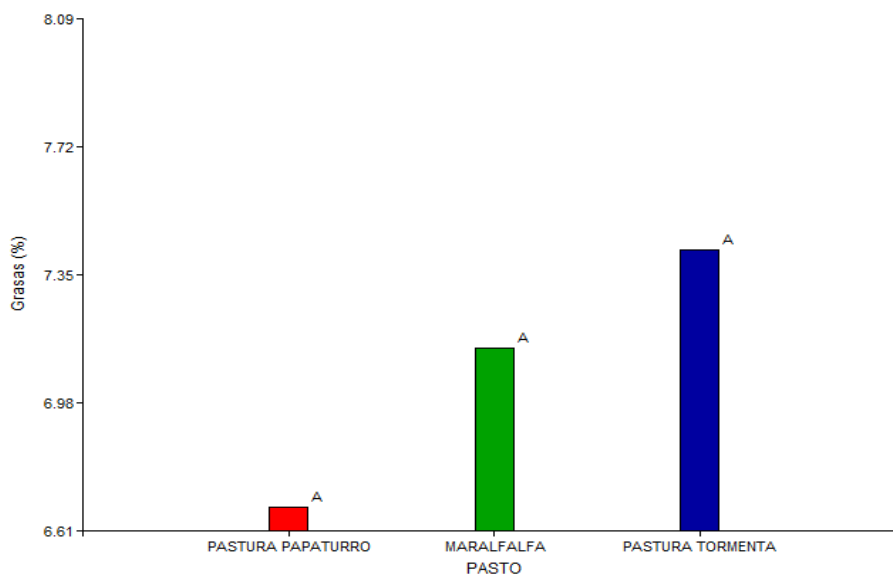
PASTO	Medias	n	E.E.
PASTURA PAPATURRO	6.68	3	0.60 A
MARALFALFA	7.14	3	0.60 A
PASTURA TORMENTA	7.42	3	0.60 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Software InfoStat

Según los análisis obtenidos con el software InfoStat para la variable Grasas de la leche en el análisis de varianza, se observa un p-valor de 0.6946 el cual es mayor de 0.05, lo que indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual se puede comprobar en la prueba de Tukey, en la cual todos los tratamientos presentan una misma significancia estadística, tal como se puede observar en la Gráfica No 11.

Grafico No 11: Variable Grasa de la Leche.



Fuente: Software InfoStat

Imagen No 11: Variable Proteína en la leche.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	9	0.84	0.79	3.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.50	2	0.25	16.06	0.0039
PASTO	0.50	2	0.25	16.06	0.0039
Error	0.09	6	0.02		
Total	0.60	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.31313

Error: 0.0156 gl: 6

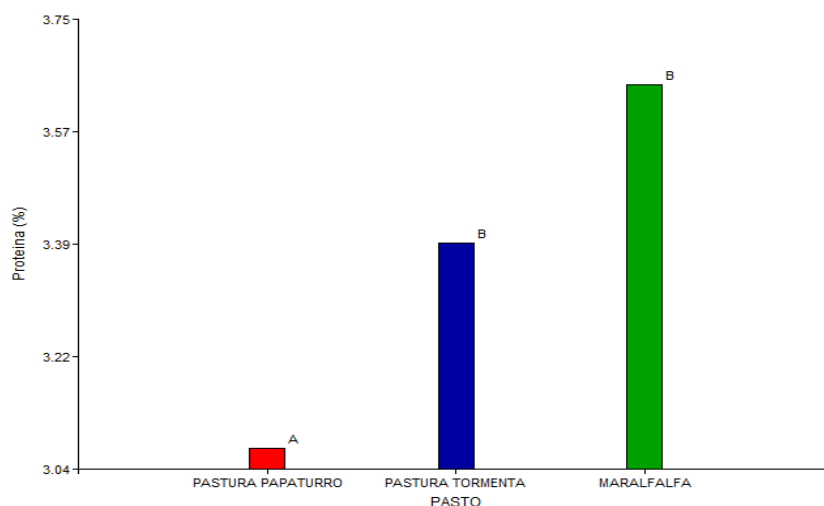
PASTO	Medias	n	E.E.	
PASTURA PAPATURRO	3.07	3	0.07	A
PASTURA TORMENTA	3.40	3	0.07	B
MARALFALFA	3.65	3	0.07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Software InfoStat

Según los análisis obtenidos con el software InfoStat para la variable Proteína de la leche en el análisis de varianza se observa un p-valor de 0.0039 el cual es menor de 0.05, lo que indica que si existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual se puede comprobar en la prueba de Tukey, en la cual uno los tratamientos presenta una diferencia significancia estadística, tal como se puede observar en la Gráfica No 12. Dichos tratamientos son la alimentación con pasto Maralfalfa en primer lugar y el pastoreo en La Tormenta como segundo.

Gráfico No 12: Variable Proteína en la Leche.



Fuente: Software InfoStat

Imagen No 12: Variable Acidez de la leche.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	9	0.38	0.17	59.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.07	2	0.04	1.81	0.2429
PASTO	0.07	2	0.04	1.81	0.2429
Error	0.12	6	0.02		
Total	0.19	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.35400

Error: 0.0200 gl: 6

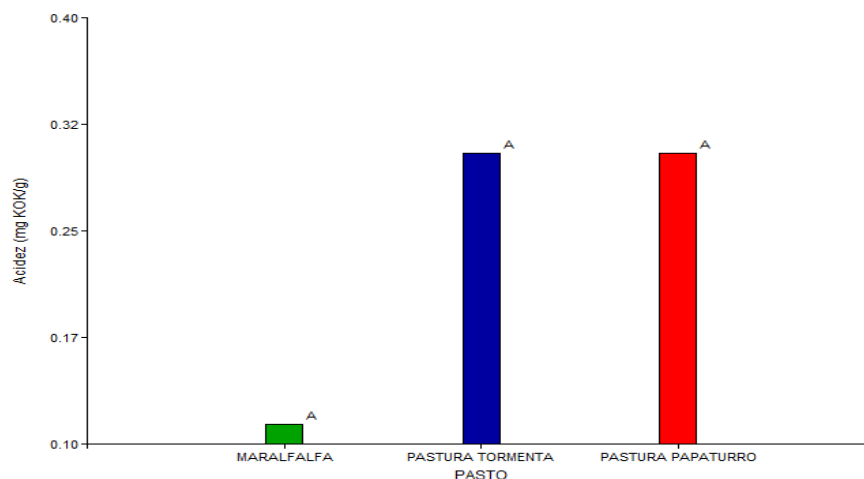
PASTO	Medias	n	E.E.
MARALFALFA	0.11	3	0.08 A
PASTURA TORMENTA	0.30	3	0.08 A
PASTURA PAPATURRO	0.30	3	0.08 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Software InfoStat

Según los análisis obtenidos con el software InfoStat para la variable Acidez de la leche en el análisis de varianza se observa un p-valor de 0.2429 el cual es mayor de 0.05, lo que indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual se puede comprobar en la prueba de Tukey, en la cual todos los tratamientos presentan una misma significancia estadística, tal como se puede observar en la Gráfica No 13. En lo particular podemos observar que aunque no haya una diferencia significativa en esta variable la acidez con pasto Maralfalfa es muy baja.

Gráfico No 13: Variable Acidez en la Leche.



Fuente: Software InfoStat

Imagen No 13: Variable Calcio en la leche.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Calcio	9	1.7E-03	0.00	19.15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	366.56	2	183.28	0.01	0.9950
PASTO	366.56	2	183.28	0.01	0.9950
Error	217265.79	6	36210.96		
Total	217632.35	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=476.72576

Error: 36210.9649 gl: 6

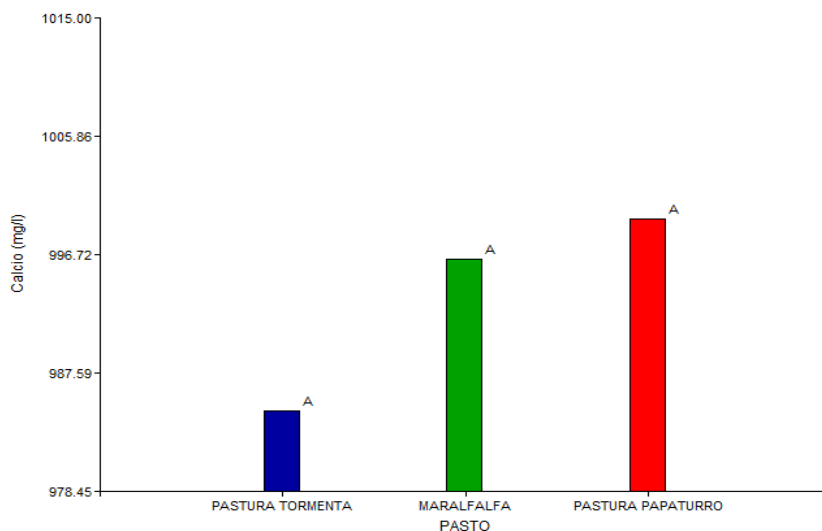
PASTO	Medias	n	E.E.
PASTURA TORMENTA	984.68	3	109.87 A
MARALFALFA	996.37	3	109.87 A
PASTURA PAPATURRO	999.52	3	109.87 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Software InfoStat

Según los análisis obtenidos con el software InfoStat para la variable Calcio de la leche, en el análisis de se observa un p-valor de 0.9950 el cual es mayor de 0.05, lo que indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual se puede comprobar en la prueba de Tukey, en la cual todos los tratamientos presentan una misma significancia estadística, tal como se puede observar en la Gráfica No 14.

Gráfico No 14: Variable Calcio en la Leche.



Fuente: Software InfoStat

Imagen No 14: Variable Fosforo en la leche.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fosforo	9	2.1E-03	0.00	12.66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	219.96	2	109.98	0.01	0.9937
PASTO	219.96	2	109.98	0.01	0.9937
Error	104242.09	6	17373.68		
Total	104462.05	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=330.21325

Error: 17373.6815 gl: 6

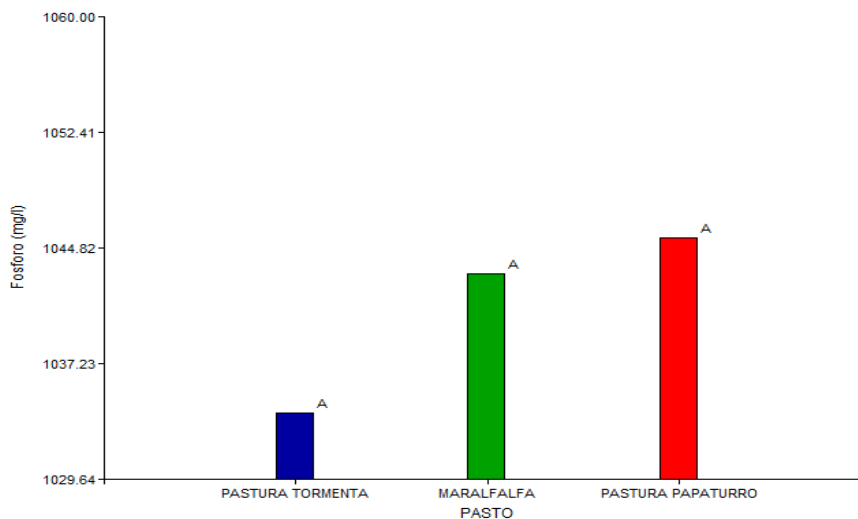
PASTO	Medias	n	E.E.
PASTURA TORMENTA	1034.02	3	76.10 A
MARALFALFA	1043.09	3	76.10 A
PASTURA PAPATURRO	1045.50	3	76.10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Software InfoStat

Según los análisis obtenidos con el software InfoStat para la variable Fosforo de la leche, en el análisis de varianza se observa un p-valor de 0.9937 el cual es mayor de 0.05, lo que indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual se puede comprobar en la prueba de Tukey, en la cual todos los tratamientos presentan una misma significancia estadística, tal como se puede observar en la Gráfica No 15.

Gráfico No 15: Variable Fosforo en la Leche.



Fuente: Software InfoStat

Imagen No 15: Variable Litros de Leche por Día.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Litros de leche por día	9	0.69	0.58	9.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.98	2	0.49	6.61	0.0304
PASTO	0.98	2	0.49	6.61	0.0304
Error	0.45	6	0.07		
Total	1.43	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.68247

Error: 0.0742 gl: 6

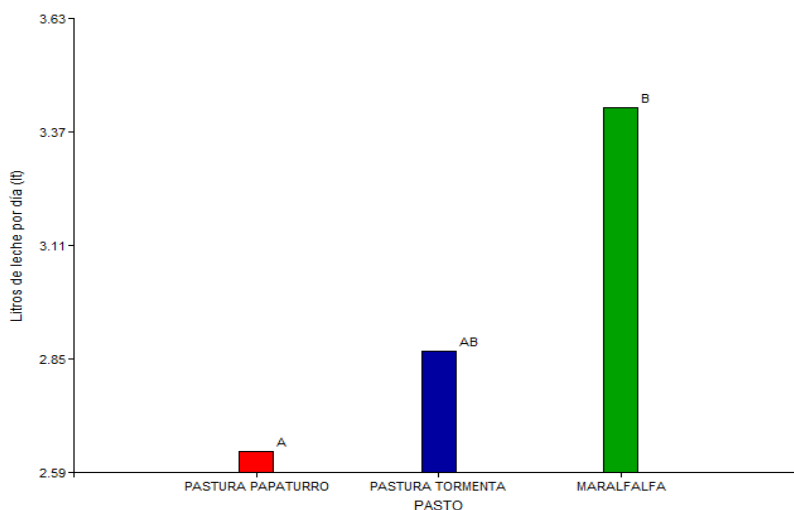
PASTO	Medias	n	E.E.
PASTURA PAPATURRO	2.64	3	0.16 A
PASTURA TORMENTA	2.87	3	0.16 A B
MARALFALFA	3.43	3	0.16 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Software InfoStat

Según los análisis obtenidos con el software InfoStat para la variable Litros de Leche por Día, en el análisis de varianza se observa un p-valor de 0.0304 el cual es menor de 0.05, lo que indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual se puede comprobar en la prueba de Tukey, en la cual uno los tratamientos presentan una diferente significancia estadística, tal como se puede observar en la Gráfica No 16. Los Tratamientos que muestran una diferencia significativa son el pasto Maralfalfa con mayor producción lechera seguido del pastoreo en La Tormenta

Gráfico No 16: Variable Litros de Leche por Día.



Fuente: Software InfoStat

Imagen No 16: Variable Ganancia de Peso Diario.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Kg/Día	9	0.81	0.74	29.77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.29	2	1.14	12.63	0.0071
PASTO	2.29	2	1.14	12.63	0.0071
Error	0.54	6	0.09		
Total	2.83	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.75407

Error: 0.0906 gl: 6

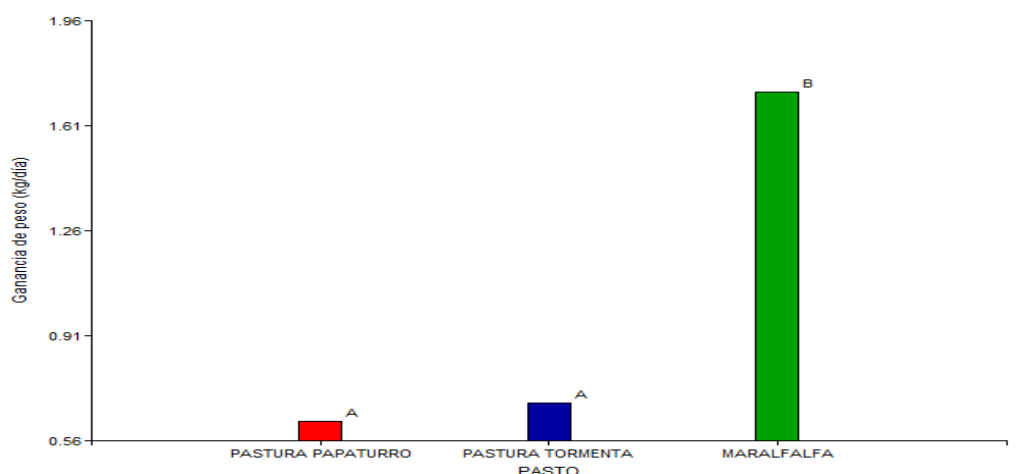
PASTO	Medias	n	E.E.
PASTURA PAPATURRO	0.62	3	0.17 A
PASTURA TORMENTA	0.69	3	0.17 A
MARALFALFA	1.72	3	0.17 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Software InfoStat

Según los análisis obtenidos con el software InfoStat para la variable Kilogramos por día en el análisis de varianza se observa un p-valor de 0.0071 el cual es menor de 0.05, lo que indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo que se puede comprobar en la prueba de Tukey, en la cual uno los tratamientos presentan una diferente significancia estadística, tal como se puede observar en la Gráfica No 17. En este caso observamos que la única diferencia en los tratamientos fue la del pasto Maralfalfa siendo la que más ayudo a obtener más masa.

Gráfico No 17: Variable Ganancia de Peso Diario.



Fuente: Software InfoStat

8.4 Resultados de Análisis Bromatológico del pasto.

En los análisis en laboratorio que se realizaron para medir la calidad del pasto Maralfalfa se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación en la tabla No 10:

Tabla No 10: Resultados Análisis Bromatológico del pasto maralfalfa a los 60 días.

Tipos de Componentes	Maralfalfa	Maralfalfa 60 Días (Correa Cardona & Ceron , s.f)	Diferencia
%MS	21.74	10.7	<50.79%
%PC	14.99	11.4	<23.94%
%FND	74.63	68.3	<8.48%
%FAD	38.06	46.6	>18.32

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 10 de resultados se observan los valores correspondientes a Materia Seca, Proteína Cruda, Fibra Neutro Detergente y Fibra Acido Detergente para entender mejor estos resultados utilizaremos la Tabla 7. (Correa Cardona & Ceron , s.f).

En lo que corresponde a % de MS, el pasto Maralfalfa alcanzó un 50.79% más que el valor estimado por la tabla comparativa, para el % de PC el valor del pasto en estudio con respecto al comparativo es de un 23.94% mayor, luego está el valor del % de FND para el cual el pasto Maralfalfa tiene un 8.48% más de valor que el estimado, y por último para el % de FAD nuestro pasto presenta un 18.32% menos del valor estimado para esa edad de corte, según la tabla comparativa.

Hablando en términos generales, se puede afirmar que en calidad el pasto Maralfalfa muestra resultados positivos ya que presenta altos niveles de proteína, alto grado de digestibilidad y ser una buena fuente de energía y siendo necesario poco consumo de este para satisfacer al animal.

8.5 Resultados de Análisis Químico de la Leche.

Para los análisis en laboratorio que se realizaron con el objetivo de medir la calidad de la leche previo y durante a la alimentación con maralfalfa, lo cual se muestra en la tabla No 11.

Tabla No 11: Resultados comparativos de calidad de la leche.

Tipos de Componentes	Antes Maralfalfa	Uso de Maralfalfa	Diferencia
Humedad %	81.47	85.02	4.17% mayor
Densidad g/ml	1.023	1.025	0.19% mayor
Grasas %	6.9	7	1.42% mayor
Proteína %	3.46	3.35	3.17% menor
Acidez mg KOH/g	0.132	0.1305	1.13% menor
Calcio mg/l	1054	995.5	5.55% menor
Fósforo mg/l	994.63	1042.45	4.58% mayor

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla No 11, la alimentación con maralfalfa permitió obtener un incremento de 4.17, 0.19, 0.42 y 4.58% para el contenido de % de humedad, densidad, grasas y fosforo respectivamente; mientras que a la vez se disminuyó los contenidos de proteína acidez y calcio en 3.17, 1.13 y 5.55.

De esta variación de los resultados de los parámetros evaluados, el más relevante es la acidez de la leche, la cual puede afectar el tiempo de coagulación de la leche. Respecto a los demás parámetros, como una forma de referencia han sido comparados con la norma venezolana, la cual se presenta en la tabla No 12.

Tabla No 12: Resultados Análisis Químico de la Leche.

Tipos de Componentes	Muestras de Leche	Norma Venezolana	
Humedad %	85.02	85-90	Bien
Densidad g/ml	1.025	1,0280 - 1,0330	Menor
Grasas %	7	No menos de 3,2	Mayor
Proteína %	3.35	Mín. 3	Mayor
Acidez mg KOH/g	0.1305	0.16-0.17	Menor
Calcio mg/l	995.5	1200-1400 mg/l	Menor
Fósforo mg/l	1042.45	780-1000 mg/l	Bien

Fuente: Propia.

En la tabla 12 de resultados se observan los valores correspondientes a los análisis practicados a la leche a manera de promedio los cuales comparamos con valores de la norma venezolana (Ver Tabla 3) y valores propuestos por Molina (2013), en estudios de Perú para contenido de P y Ca.

Para la Humedad el valor de la leche se sitúa entre los valores establecidos de la norma, para las variables densidad, acidez y calcio el valor promedio está por debajo de los parámetros, en cuanto a grasas y proteína su valor es mayor que los de la norma y por último para el fosforo el valor promedio obtenido esta entre los valores establecidos.

En términos generales podemos decir que en cuanto a calidad la leche de nuestro ganado es una leche duradera, de buen valor nutritivo con altos niveles de sales minerales lo cual la hace un buen alimento tanto para terneros como seres humanos, siendo este un resultado positivo en nuestra investigación.

8.6 Comprobación de la hipótesis.

En base a los resultados obtenidos en el estudio en cuanto a la producción con base alimenticia de pasto Maralfalfa en manejo semi-estabulado para la producción de leche presentó un 22.22% y 17.25% de incremento respecto al manejo tradicional y semi-estabulado con pasto natural y para la varianza de peso el pasto maralfalfa se obtuvo en promedio una ganancia de 12.14 kg por semana, con una superioridad de 58.64% y 65.73% respecto a los testigos, por lo cual se acepta la hipótesis de investigación ya que tanto en producción de leche como en variación de peso los resultados con Maralfalfa fueron mejores.

IX. Conclusiones

1. El cultivo de pasto maralfalfa en el municipio de San Francisco Libre presentó una producción de proteína cruda de 23.94%, MS con 50.79% y FND con 8.48% superiores a los obtenidos por Correa Cardona & Ceron , (s.f) en Colombia lo que indica que su uso en la zona seca del país no afecta su aporte nutricional.
2. En cuanto a la FAD, el pasto con respecto a la tabla comparativa presentó un valor menor en un 18.32%, lo cual se considera como beneficioso para la alimentación del ganado ya que favorece la digestibilidad del pasto y mejora el aprovechamiento de los nutrientes.
3. El uso del pasto maralfalfa como base alimenticia en manejo semi-estabulado para la producción de leche presentó un 22.22% y 17.25% de incremento respecto al manejo tradicional y semi-estabulado con pasto natural, lo cual indica que el uso del pasto maralfalfa constituye una alternativa alimenticia con grandes aportes a la productividad de lácteos en el país.
4. El contenido nutrición de la leche producida utilizando como base alimenticia el pasto maralfalfa presentó resultados superiores, encontrándose únicamente los valores de acidez y calcio con valores menores en un 18.43% y 17.04% respectivamente, en comparación a La Norma Venezolana 903-93, lo cual no afecta significativamente en la calidad ya que los demás parámetros cumplen con la norma empleada.

5. Con una ganancia de peso de 12.14 kg/semana el pasto Maralfalfa presento una superioridad de 58.64% y 65.732% respecto a los testigos por lo que constituye un elevado aporte a la productividad cárnica, lo cual combinado con su corto ciclo de corte ofrece una alternativa practica para los productores.

X. Recomendaciones

Con el objeto de mejorar resultados de futuras investigaciones en aras de contribuir en mejorar la productividad del sector pecuario se recomienda lo siguiente:

1. Tener un mayor número de sujetos de prueba, los cuales puedan ser alimentado con los diferentes tratamientos de forma exclusiva por un periodo de unas dos semanas, y así evitar la interferencia entre los diferentes tratamientos.
2. Analizar el aporte del pasto maralfalfa a la productividad de doble propósito, haciendo uso de diferentes tipos de manejo, en los cuales se puedan incluir el uso de suplementos alimenticios y que los resultados sean más ajustados a las diferentes condiciones de producción pecuaria nacional.
3. Hacer diferentes estudios con el pasto maralfalfa, tanto en las regiones secas del país como en las regiones humedad para analizar si la condición climática afecta el aporte de nutrientes del pasto y contar con datos de adaptación a los diferentes regiones.

XI. Bibliografía

- Alais, C. (1985). *Ciencias de la leche*. Barcelona: Reverté SA.
- Allen, R. (2006). *Evapotranspiracion del cultivo*. FAO.
- articles.extension.org. (s.f). Obtenido de
articles.extension.org/pages/11760/interpretacion-del-analisis-del-ensilaje-de-maiz
- banrepcultural. (S.F). Recuperado el 31 de Agosto de 2016, de
www.banrepcultural.org: www.banrepcultural.org/ganaderia9-2
- Clavero, T., & Razz, R. (s.f.). *Valor Nutritivo del pasto maralfalfa (pennietum SP) n condiciones de Foliación*. Maracaibo, Venezuela: Centro de Transferencia de Tecnologia en Pastos y Forrage.
- Correa Cardona, H., & Ceron , J. (s.f). *Pasto Maralfalfa: Mitos y Realidades*. Medellin: Universidad Nacional de Colombia.
- Cruz, D. (2008). *Evaluacion del potencial forrajero del pasto Maralfalfa con diferentes niveles de fertilizacion de nitrogeno y fosforo con una base estandar de potasio*. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- Cuestas, M., Massi, N., & Cespedes, J. (1995). *Determinacion del peso vivo de bovinos y asnos en San Jose Llanga*. USAID programa de apoyo a la investigacion. Obtenido de http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnacd192.pdf
- Cunuhay Pilatasig, J., & Choloquina, M. (2011). *Evaluacion de la Adaptacion del Pasto Maralfalfa en Dos Pisos Altitudinales con Tres Distancias de Siembras en el Campus Juan Lunardi* . Cuenca Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana.
- De La Fuente Silva, L. (2010). *El suelo*. Tamaulipas: Universidad Autonoma de Tamaulipas.
- De los Reyes, G., Molina, B., & Coca, R. (2010). *Calidad de la Leche Cruda*.
- Echavarria Sanchez, H. (s.f.). *Diseño de Cuadrados Latinos*.
- Escudero Sierra, M., & Hernandez Patiño, J. (2010). *Efecto del biofertilizante agroplux® sobre la producción de biomasa y la calidad de un cultivo de pasto de corte maralfalfa (pennisetum sp.) en el municipio de montenegro -quindío*. bogota: universidad de la salle facultad de ciencias agropecuarias.

- Garcia, F. (2011). *Dinamica de las macro y micronutrientes, en los suelos de santa cruz y requerimientos de os cultivos de soya, trigo y maiz*. Santa Cruz: Instituto internacional de nutricion de plantas.
- Gonzalez, Y. & Gomez, R. (2016). *Evaluacion del pasto Maralfalfa como suplemento alimenticio para vacas criollas de la zona seca del municipio de San Lorenzo, deparatmento de Boaco*. Universidad Nacional De Ingenieria.
- Guerrero, J., & Rodriguez, P. (2010). *Caracteristicas fisico-quimica de la leche y sus variaciones*. Managua: UNA.
- Häfliger , E., & Scholz, H. (1980). *Grass Weeds/ Monocot Weeds*. Basle Ciba-Geigy.
- Molina, U. N. (2013). *La Leche*. Lima.
- Regulo, J. (s.f). Medellin: Universidad Nacional Sede Medellin.
- Regulo, J. (s.f). *Relaciones Agua-Suelo-planta*. Medellin: Universidad Nacional Sede Medellin.
- Rodriguez, M., Gonzalez, A., Yañez, A., Silva, M., & Gomez, C. (2010). *Composicion Quimica de Recursos Forrajeros para la Alimentacion de Ovinos en Colima*. Colima.
- Ruiz Ortiz, D. F. (2009). *Cultivo Maralfalfa*. Bucaramanga: Institucion de Educacion Superior FITEC.
- Salgado, R. (2001). *Humedad del suelo*. Valparaiso: Ediciones universitarias de valparaiso de la universidad catolica de Valparaiso.
- Somarriba, E. (2008). *Tesis sobre estabulado y semi estabulado de ganado*. Managua.
- STDF, G. d. (2013). *Corpoica*. Obtenido de http://stdf.sistencial.com/Content/fichas/pdf/Ficha_72.pdf
- Vargas, T. (s.f). *Calidad e Inocuidad de la Leche y Productos Lacteos*. Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Salud Publica.
- www.contextoganadero.com. (s.f). Obtenido de www.contextoganadero.com: <http://www.contextoganadero.com/internacional/novillos-ganan-1-kilo-de-peso-al-dia-en-engorde-corral>
- www.laprensa.com.ni. (08 de 07 de 2014). Obtenido de www.laprensa.com.ni: <http://www.laprensa.com.ni/2014/07/08/economia/202235-sector-lacteo-con-muy-bajo-rendimiento>

XII. Anexos

Anexo 1: Producción de leche Lts/día.

Muca Chaparra		
Semana 1 (Maralfalfa)	Semana 2 (Past. Papat)	Semana 3 (Past. LT)
3	3,5	3
3	3	3
2,5	3	2,5
3	3,3	2,5
3	3	2
2,5	2,5	3
3,5	2	2

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2: Producción de leche Lts/día.

Elegancia		
Semana 1 (Past. LT)	Semana 2 (Maralfalfa)	Semana 3 (Past. Papat)
3	3,5	3
2,5	3,5	3
3	4	3
3	4	3,5
2,5	3,5	3,5
2	3,5	2,5
3	3,5	2,5

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 3: Producción de leche Lts/día.

Única		
Semana 1 (Past. Papat)	Semana 2 (Past. LT)	Semana 3 (Maralfalfa)
2,5	3	4
2,5	2,5	4
3	3	3,5
2,5	3	3,5
2	3	4
3	2,5	4
2,5	2,5	3

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 4: Promedio producción de leche Lts/día.

	Vaca		
Alimento	Elegancia	Muca chaparra	Única
Maralfalfa	3.64	2.92	3.7
Past. LT	2.7	2.6	2.7
Past. Papaturro	3	2.9	2.6

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 5: Mediciones corporales del ganado (Cm).

El Muco				
Código Medidas	Semana 0	Semana 1(MA)	Semana 2(PA)	Semana 3(LT)
A-B	1.8	1.83	1.86	1.88
F-E	0.76	0.78	0.79	0.81
C-D	0.7	0.71	0.72	0.72
G	1.04	1.1	1.13	1.17
H	1.14	1.2	1.22	1.25

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 6: Mediciones corporales del ganado (Cm).

La Elegancia Jr				
Código Medidas	Semana 0	Semana 1(LT)	Semana 2(MA)	Semana 3(PA)
A-B	1.1	1.1	1.16	1.17
F-E	0.97	0.97	1.01	1.03
C-D	0.77	0.8	0.83	0.84
G	1.12	1.13	1.17	1.18
H	1.24	1.27	1.34	1.36

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 7: Mediciones corporales del ganado (Cm).

El Tigre				
Código Medidas	Semana 0	Semana 1(PA)	Semana 2(LT)	Semana 3(MA)
A-B	0.9	0.9	0.92	0.98
F-E	0.91	0.93	0.94	1
C-D	0.82	0.83	0.85	0.89
G	1.13	1.16	1.17	1.24
H	1.23	1.24	1.25	1.3

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 8: Promedio ganancia de peso por semana (Kg).

Animal	Maralfalfa	Papaturro	La Tormenta
El muco	8.856	4.43136	4.83264
La Elegancia Jr.	12.25552	3.74064	6.29
El tigre	15.32244	4.32232	3.94024

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 9: Calculo para el diseño de riego propuesto.

$Cc = 52.5\%$

$PmP = 33.66\%$

$H = 20.8\%$

$Da = 2.33 \text{ gr/cm}^3$

$D\% = 38.2\%$

$Ar = 18$
 $L = 34$
 $A = 49$

Franco

$Ph = 7.42$

$CE = 162.59582 \text{ mmhos/cm}$

$Mo = 3.76$

Características De La Zona

Área A Regar = 400 m²

$Vv = 1.5 \text{ m/s}$

Textura = Franco

$V \text{ infilt.} = 6.5 \text{ mm/hr}$

Prof. Rad. = 0.4 m

$\Delta z = 0.5$ Área = 20 x 20

Long. Lateral = 20 m

Long. Maestra = 10 m

Diseño Agronómico

Calculo Del Uso Consuntivo Diario / Pasto (Maralfalfa)

Mes Critico → Abril → $K_c = 0.80$

Abril → $T \rightarrow E_{to} \text{ (mm/día)} = 5.97 \text{ mm/día}$

Uso Evapotranspiración Del Cultivo

$E_{tcm} = E_{to} * K_c = 5.97 * 0.80 = 4.78 \text{ mm/día} = 143.4 \text{ mm/mes}$

Lamina Bruta Con Sistema De Aspersión Con Una $\eta_{aplic.} = 65\%$

Cañón SW 30W s RAIN BIRD

Datos Del Aspersor

$\Phi \text{ Boquilla} = 30.5 \text{ mm}$

$H_O = 31.69 \text{ M}$

$R = 34 \text{ M}$

$q_0 = 0.43 \text{ lps}$

$H_{\text{Elevador}} = 1.1 \text{ m}$

$E_a = 0.55 D$

$\eta_{\text{riego}} = 77\%$

Lamina Neta De Riego Del Suelo

$L_n = 100 * D_a * P_r * (C_c - PMP) * 0.6$

$L_n = 100 * 2.33 * 0.4 * (52.5 - 33.6) * 0.6$

$L_n = 1,174.2 \text{ m}^3/\text{ha} = 117.42 \text{ mm}$

Lamina Bruta Del Suelo

$L_b = L_n / \eta_{\text{riego}}$

$L_b = 117.42 / 0.77$

$$L_b = 152.40 \text{ mm}$$

Lamina Bruta Del Cultivo

$$L_{bc} = V_c \text{ diario} / \xi_f \text{ riego}$$

$$L_{bc} = 4.78 / 0.77$$

$$L_{bc} = 6.21 \text{ mm/día}$$

Intensidad De Aplicación

$$\text{Int. A} = (3600 * 0.43) / (\pi * 14.72) * \xi_f \text{ riego}$$

$$\text{Int. A} = 2.28 \text{ mm/hr}$$

El Aspersor Seleccionado Es Correcto Dado Que I. Aplicación < I. Infiltración

$$2.28 \text{ mm/hr} < 6.5 \text{ mm/hr}$$

Calculo Del Tiempo De Puesta Del Aspersor

$$T_p = L_n \text{ Del Suelo} / \text{Int. A.}$$

$$T_p = 117.42 \text{ mm} / 2.28 \text{ mm/hr}$$

$$T_p = 51 \text{ hr}$$

Diseño Hidráulico

Φ Efectivo (Disposición En Cuadrado)

$$\text{Según } V_v = 0.55 D$$

$$\text{Defect.} = 0.55 (2 * 14.7) = 16.17 = 16 \text{ m}$$

$$E_a = E_i = 16 \text{ m}$$

$$\text{Núm. De Tubos} = 16/6 = 2.6 \text{ Tubos} = 3 \text{ Tubos}$$

Núm. Aspersores

$$\text{Núm. Asp.} = \text{Longitud Que Cubre El Lateral} / E_a$$

$$\text{Núm. Asp.} = 20/16 = 1 \text{ Aspersor}$$

Calculo Del Diámetro Lateral

$$D = [(Z + KI + L * q01.852 / 0.2 h_0)]^{1/4.87}$$

$$D = [(4.6 + 0.21 + 16 * 0.931.852 / 0.2 31.69)]^{1/4.87}$$

$$D = 0.87'' \cong 1 \text{ pulg.}$$

Pérdidas Reales En El Lateral

$$hf_{real} = 0.2(d/dc)^{4.87}$$

$$hf_{real} = 0.2(31.69)(\frac{0.87}{1})^{4.87}$$

$$hf_{real} = 3.21$$

Carga En La Entrada Del Lateral

$$HL = h_n + h_{elev} \pm \Delta Z$$

$$HL = 31.690.75 (3.21) + 1.1 + 0.5$$

$$HL = 35.69 \text{ m}$$

Φ De La Muestra

$$\text{Perdida Permisible En La Maestra: } 0.25 h_0 = 0.25 * 31.69 = 7.92 \text{ m}$$

$$h_{pf} = (1.7420.21 / 1301.852) * ((0.481.852)0.21 / \Phi^{4.87}) * 10 \quad ; \Phi_{maestra} = 1 \text{ pulg}$$

Φ	hp
11	0.441
2	0.015
0.5	12

Carga En La Maestra

$$HM = HL + h_{fm} + h_{facc} + \Delta Z \quad ; \Delta Z = 0$$

$$h_{facc} = 0.1 (h_{fm} + h_{freal \text{ lat}})$$

$$h_{facc} = 0.1 (7.92 + 3.21)$$

$$h_{facc} = 1.113 \text{ m}$$

$$HM = 35.69 + 7.92 + 1.113 = 44.723 \text{ m}$$

Potencia De Bomba

$$\text{Potencia De Bomba} = (\text{Caudal Total} * HM) / (75 * 0.77)$$

$$\text{Potencia De Bomba} = (0.43 * 44.723) / (75 * 0.77)$$

$$\text{Potencia De Bomba} = 0.256 \text{ Cv}$$

Anexo 11: Calicata para muestreo de suelo.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 12: Calicata para el estudio de suelo 2.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 13: Toma de muestras alteradas de la zona.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 14: Toma de muestra con cilindro para densidad aparente.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 15: Muestra de suelo con cilindro.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 16: Pasto en la zona de estudio.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 17: Pasto en zona de estudio 2.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 18: Ganado en el Papaturro.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 19: Ganado en el Papaturro 2.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 20: Ganado en el Papaturro 3



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 21: Ganado en el Papaturro 4.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 22: Fuente de Agua en La Tormenta.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 23: Fuente de Agua en La Tormenta 2.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 24: Ganado en la Tormenta.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 25: Ganado en la Tormenta 2.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 26: Medición de peso por barimetria.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 27: Medición de peso por barimetría 2.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 28: Medición de peso por barimetría 3.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 29: Medición de peso por barimetría 4.



Fuente: Elaboración Propia.